ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)

NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ 2020778

ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO 2012174

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2010

ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)

NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ 2020778

ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO 2012174

TESIS DE GRADO EN LA MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

Director:
MPE.JULIO CESAR CHACÓN VELASCO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2010

Universidad Industrial de Santander

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE			CÓDIGO
NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ			2020778
TITULO DEL PROYECTO ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)			
REGISTRO No 3562	FACULTAD: INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CALIFICACIÓN: APROBADO			CRÉDITOS 8

DIRECTOR DE PROYECTO:

NOMBRE:	FIRMA:
JULIO CESAR CHACÓN VELASCO	

CALIFICADORES:

		FECHA AÑO MES DIA
CIRO JURADO	Por HERMÁNN RAÚL VARGAS	2010 08 09

Universidad Industrial de Santander

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE			CÓDIGO
NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ			2020778
TITULO DEL PROYECTO ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)			
REGISTRO No 3562	FACULTAD: INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CALIFICACIÓN: CUATRO PUNTO CINCO (4.5)			CRÉDITOS 8

DIRECTOR DE PROYECTO:

NOMBRE:	FIRMA:
JULIO CESAR CHACÓN VELASCO	

CALIFICADORES:

		FECHA AÑO MES DIA
CIRO JURADO	Por HERMÁNN RAÚL VARGAS	2010 08 09

Universidad Industrial de Santander

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO
ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO	2012174

TITULO DEL PROYECTO
ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)

REGISTRO No	FACULTAD:	CARRERA:
3562	INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	INGENIERÍA ELÉCTRICA

CALIFICACIÓN:	CRÉDITOS
APROBADO	8

DIRECTOR DE PROYECTO:

NOMBRE:	FIRMA:
JULIO CESAR CHACÓN VELASCO	

CALIFICADORES:

		FECHA AÑO MES DIA
CIRO JURADO	Por HERMÁNN RAÚL VARGAS	2010 08 09

Universidad Industrial de Santander

NOTA DE PROYECTO DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO
ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO	2012174

TITULO DEL PROYECTO
ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)

REGISTRO No	FACULTAD:	CARRERA:
3562	INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS	INGENIERÍA ELÉCTRICA

CALIFICACIÓN:	CRÉDITOS
CUATRO PUNTO CINCO (4.5)	8

DIRECTOR DE PROYECTO:

NOMBRE:	FIRMA:
JULIO CESAR CHACÓN VELASCO	

CALIFICADORES:

		FECHA AÑO MES DIA
CIRO JURADO	Por HERMÁNN RAÚL VARGAS	2010 08 09

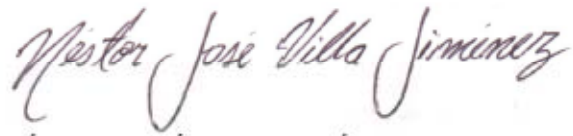
ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO, TRABAJOS DE INVESTIGACION O TESIS Y AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA UIS

Yo, **NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ**, mayor de edad, vecino de Bucaramanga, identificado con la Cédula de Ciudadanía No. 73.211.609 de Cartagena Bolívar, actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de grado, del trabajo de investigación, o de la tesis denominada(o): **ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)**, hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD o DVD) y autorizo a LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, uso en red, Internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR – ESTUDIANTE, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad sobre la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL AUTOR / ESTUDIANTE, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Bucaramanga, a los veinticuatro (24) días del mes de Agosto de Dos Mil Diez (2010).

EL AUTOR / ESTUDIANTE:



NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ

ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO, TRABAJOS DE INVESTIGACION O TESIS Y AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA UIS

Yo, **ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO**, mayor de edad, vecino de Bucaramanga, identificado con la Cédula de Ciudadanía No. 91.528.959 de Bucaramanga Santander, actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de grado, del trabajo de investigación, o de la tesis denominada(o): **ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)**, hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD o DVD) y autorizo a LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, uso en red, Internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR – ESTUDIANTE, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad sobre la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL AUTOR / ESTUDIANTE, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Bucaramanga, a los veinticuatro (24) días del mes de Agosto de Dos Mil Diez (2010).

EL AUTOR / ESTUDIANTE:

ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres: Néstor Villa Mercado y Rosalba Jiménez Valiente,

por su amor y apoyo incondicional.

Néstor José Villa Jiménez

DEDICATORIA

A Mis padres: Henrry Abraham Guarín y María Consuelo Guerrero,
por su gran apoyo

Angel Eusebio Guarín Guerrero

AGRADECIMIENTOS

A todos nuestros profesores por sus enseñanzas durante toda nuestra carrera.

A nuestro director Julio Cesar Chacón Velasco por sus enseñanzas y aportes.

A los amigos y compañeros que nos colaboraron en esta etapa de nuestra vida.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 19
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 20
2.1 OBJETIVOS 20
2.1.1 Objetivo general 20
2.1.2 Objetivos específicos 20
2.2 PLANTEAMIENTO 20
2.3 JUSTIFICACIÓN 20
2.4 ALCANCE 21
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 21
3.1 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC) 21
3.2 COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (CEI) 22
3.3 NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO (NPR) 22
3.4 SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO (SIPRA) 23
3.5 SISTEMA DE CAPTACIÓN 23
3.6 SISTEMA DE CONDUCTORES BAJANTES 23
3.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT) 23
3.8 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES 23
3.9 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES (DPS) 23
3.10 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO (SPE) 23
3.11 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO AISLADO A LA ESTRUCTURA A PROTEGER 23
3.12 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO NO AISLADO A LA ESTRUCTURA A PROTEGER 24
3.13 SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNO (SPI) 24
3.14 IMPULSO ELECTROMAGNÉTICO DE RAYO (IER) 24
3.15 LESIONES A SERES VIVOS 24
3.16 DAÑO FÍSICO 24
3.17 FALLA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS 24
3.18 RIESGO (R) 24
3.19 COMPONENTE DE RIESGO (R_X) 24
3.20 RIESGO TOLERABLE (R_T) 24
3.21 ESTRUCTURA A SER PROTEGIDA 24
3.22 ESTRUCTURA CON RIESGO DE EXPLOSIÓN 25

3.23 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (MPR) 25
3.24 GUI (GRAPHICAL USER INTERFACE) 25
3.25 GUIDE (GRAPHICAL USER INTERFACE DEVELOPMENT ENVIRONMENT) 25
3.26 TELECOMUNICACIONES (TLC) 25
4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONSIDERACIONES PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS 25
4.1 DEFINICIÓN DEL RAYO 25
4.2 NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO 27
4.3 PARÀMETROS DEL RAYO Y OTRAS DEFINICIONES 27
4.4 PROBLEMAS QUE GENERA UN RAYO 30
4.5 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE RAYO 32
5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA) 33
5.1 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO (SPE) 34
5.1.1 Sistema de captación 36
5.1.2 Sistema de bajantes 40
5.1.3 Sistema de puesta a tierra 42
5.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNO (SPI) 44
5.2.1 Aislamiento 45
5.2.2 Dispositivos de protección contra sobretensiones DPS 46
5.2.3 Equipotencialización 49
6. TÉRMINOS PARA EL MANEJO DEL RIESGO 50
6.1 DAÑOS Y PÉRDIDAS. 50
6.1.1 Fuentes de daños. 50
6.1.2 Tipos de daños. 52
6.1.3 Tipos de pérdidas. 52
6.2 RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO. 54
6.3 FACTORES QUE INFLUENCIAN LAS COMPONENTES DE RIESGO. 57
7. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO. 60
7.1 ELEMENTOS A SER CONSIDERADOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGO 61
7.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN UTILIZADAS PARA REDUCIR EL RIESGO R 62
7.3 PROCEDIMIENTO BÁSICO. 64
7.4 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA RIESGO 65
7.5 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CONVENIENCIA ECONÓMICA DE PROTECCIÓN. 68

8. INTERFAZ GRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO.....69
8.1 NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA 69
8.2 CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA 70
8.3 FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ. MANUAL DEL USUARIO. 71
8.4 EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE RIESGO HOSPITAL 78
9. CONCLUSIONES 98
10. BIBLIOGRAFÍA 99
ANEXOS 100

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Tipos de rayos 26
Figura 4.2 Forma de onda característica de la corriente de rayo.....28
Figura 4.3 Comparación de formas de onda.....29
Figura 4.4 Acoplamiento galvánico caída de tensión por descarga de rayo. 30
Figura 4.5 Acoplamiento inductivo. 31
Figura 4.6 Tensión máxima inducida en bucles de instalación. 31
Figura 4.7 Acoplamiento capacitivo. 32
Figura 5.1 Esquema del sistema integral de protección contra rayos.....34
Figura 5.2 Sistema de protección externo (SPE).....35
Figura 5.3 Esquema del sistema de protección externo 36
Figura 5.4 Sistema de captación tipo malla 37
Figura 5.5 Método de la esfera rodante 38
Figura 5.6 Área de protección del método de la esfera rodante 38
Figura 5.7 Ángulo de protección dependiendo de la altura relativa y el nivel de protección. 39
Figura 5.8 Método del ángulo de protección para diferentes alturas. 40
Figura 5.9 Bajante.....42
Figura 5.10 Puesta a tierra tipo A. 43
Figura 5.11 puesta a tierra tipo B.....44
Figura 5.12 Esquema del sistema de protección interno 45
Figura 5.13 Zonas de protección contra rayos definidas para un SIPRA ZPR. 47
Figura 5.14 Zonas de protección contra rayos ZPR definidas para medidas de protección contra IER. 48
Figura 5.15 Sistema equipotencial.....50
Figura 6.1 Fuentes de daños por descargas atmosféricas. 51
Figura 6.2 Tipos de daños por descargas atmosféricas. 52
Figura 6.3 Tipos de pérdidas en estructuras y acometidas.....53
Figura 6.4 Riesgos a evaluar en estructuras. 54
Figura 6.5 Riesgos a evaluar en acometidas de servicios. 55
Figura 6.6 Componentes de riesgo en estructuras. 56
Figura 6.7 Componentes de riesgo en acometidas de servicio.....57

Figura 7.1 Componentes a proteger en la evaluación de riesgo. 61
Figura 7.2 Medidas de protección para reducir lesiones en seres vivos. 62
Figura 7.3 Medidas de protección para reducir daños físicos. 62
Figura 7.4 Medidas de protección para reducir fallas en sistemas eléctricos y electrónicos. 63
Figura 7.5 Procedimiento básico de decisión de protección contra rayo. 64
Figura 7.6 procedimiento para la decisión de necesidad de protección. 65
Figura 7.7 Procedimiento para la selección de medidas de protección en la estructura. 67
Figura 7.8 procedimiento para la selección de las medidas de protección en los servicios. 68
Figura 7.9 Procedimiento para la decisión de la conveniencia económica de una medida de protección. 69
Figura 8.1 Presentación de la interfaz de análisis de riesgo. 71
Figura 8.2 Menú de la interfaz de evaluación de riesgo. 71
Figura 8.3 Evaluación del número anual de eventos peligrosos. 72
Figura 8.4 Densidad de rayos a tierra. 73
Figura 8.5 Menú de evaluación del promedio anual de descargas sobre la estructura. 74
Figura 8.6 Evaluación P_A, P_B, P_C, P_M, P'_B, P'_C, P'_V, P'_W y P'_Z. 75
Figura 8.7 Evaluación de P_U, P_V, P_W y P_Z. 76
Figura 8.10 Resultados de la evaluación de riesgo. 78
Figura 8.11 Evaluación del número anual de eventos peligrosos del bloque 1 del hospital. 79
Figura 8.12 Evaluación de las probabilidades P_A, P_B, P_C, P_M, P'_B, P'_C, P'_V, P'_W y P'_Z. 80
Figura 8.14 Evaluación de la cantidad de pérdidas del bloque 1 del hospital. 81
Figura 8.15 Evaluación de las componentes de riesgo. 81
Figura 8.16 Resultados de la evaluación de riesgo del bloque 1 del hospital para nivel de protección I 82

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1 Valores de parámetros del rayo de acuerdo con el nivel de protección NPR. 29
Tabla 5.1 Valores máximos del radio de la esfera rodante según el nivel de protección. 39
Tabla 5.2 Dimensiones del enmallado para los diferentes niveles de protección ..40
Tabla 5.3 Distancia de separación promedio para conductores bajantes....41
Tabla 5.4 Valores de k_i 46
Tabla 5.5 Valores de k_c....46
Tabla 5.6 Valores de k_m 46
Tabla 6.1 Riesgo por cada tipo de daño y pérdida....54
Tabla 6.2 Componentes de riesgo para cada tipo de daño en la estructura. 55
Tabla 6.3 Componentes de riesgo para cada tipo de daño en las acometidas de servicio....56
Tabla 6.4 Factores que influencian las componentes de riesgo. 60
Tabla 7.1 Valores de riesgo tolerable 64

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Código fuente para la GUI EVALUACION_RIESGO 100
ANEXO 2. Código fuente para la GUI N_ANUAL_EVENTOS 101
ANEXO 3. Código fuente para la GUI PROBABILIDAD_PX 120
ANEXO 4. Código fuente para la GUI EVAL_PU_PV_PW_PZ 146
ANEXO 5. Código fuente para la GUI PERDIDAS_LX 178
ANEXO 6. Código fuente para la GUI SELECCION_COMPONENTES 189
ANEXO 7. Código fuente para la GUI RESULTADOS_RIESGO 191

RESUMEN

TÍTULO:
ESTUDIO DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552 (VERSIÓN 2008) DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)[1].

AUTORES:
NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ. ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO.[2]

PALABRAS CLAVE:
MANEJO DE RIESGO, NTC 4552, INTERFAZ GRÁFICA, GUIDE, GUI.

DESCRIPCIÓN:

La primer parte de este documento de grado presenta una fundamentación teórica acerca de las consideraciones pertinentes en la protección contra rayos, basado en la serie de normas NTC 4552. A continuación se describe la metodología para el manejo de riesgo en la protección contra descargas atmosféricas. Luego se implementa una herramienta informática para el manejo del riesgo implementada por el entorno de desarrollo de interfaces gráficas de usuario de Matlab (GUIDE). Finalmente se presenta un manual de uso de la interfaz gráfica y la evaluación de riesgo para un ejemplo (de la forma convencional y por medio de la interfaz gráfica).

La interfaz gráfica corresponde a una herramienta que desarrolla la evaluación de riesgo para protección de descargas atmosféricas de acuerdo a la metodología de la norma NCT 4522-2. La herramienta evalúa las componentes de riesgo teniendo en cuenta las características particulares de la estructura y posteriormente genera un informe de la evaluación en un documento externo a la interfaz. La interfaz gráfica está compuesta por medio de GUIs (interfaces graficas de usuario) desarrolladas en GUIDE de Matlab y su programación se encuentra en los anexos del documento.

[1] Proyecto de grado

[2] Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones. MPE. Julio Cesar Chacón Velasco.

ABSTRACT

TITLE:
STUDY OF THE COLOMBIAN TECHNICAL STANDARD 4552 (2008 VERSION) OF THE LIGHTNING PROTECTION SYSTEM (LPS)[3].

AUTHORS:
NÉSTOR JOSÉ VILLA JIMÉNEZ. ANGEL EUSEBIO GUARÍN GUERRERO.[4]

KEY WORDS:
RISK MANAGEMENT, NTC 4552, GRAPHICAL INTERFACE, GUIDE, GUI.

DESCRIPTION:

The first part of this graduation document a theoretical foundation about the pertinent considerations in the protection against lightning is presented, based in the standards series NTC 4552. Next, the methodology for the risk management in the protection against lightning is described. Then a software tool for the risk management developed by a graphical user interface development environment (GUIDE) of Matlab is implemented. Finally a user's handbook for the graphical interface developed and an example the risk management is presented (in the conventional way and through the graphical interface).

The graphical interface belongs to a tool that develops the risk management for the protection against lightning corresponding to the methodology of the standard NTC 4552-2. The tool evaluates the risk components regarding the particular characteristics of the structure and subsequently generates a report about the evaluation in an outward file. The tool is composed of GUIs (graphical user interfaces) developed in GUIDE of Matlab and the programming code of the graphical interface is founded in the attachment of the document.

[3] Undergraduate thesis

[4] Physic-Mechanic Science Faculty. Electric, Electronic and telecommunication Engineering school. MPE. Julio Cesar Chacón Velasco.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado describe de una manera general la serie de normas técnicas NTC4552-1, 2,3 centrándose en la NTC 4552-2 (Manejo de riesgo), ofreciendo una fundamentación teórica acerca de las consideraciones pertinentes en la protección contra rayos, en la cual se define el fenómeno atmosférico, los niveles de protección contra rayo, los parámetros físicos a tener en cuenta en la definición del nivel de protección, problemas que generan y las posibles soluciones que se pueden presentar.

El rayo es una fuente de interferencia y daño en estructuras y acometidas de servicio, es inevitable pero se pueden tomar medidas para mitigar sus consecuencias, por lo tanto se deben implementar sistemas de protección internos y externos que abarquen todos los elementos posibles y brinden seguridad a las personas, bienes y servicios.

Después de mostrar los conceptos generales de las descargas atmosféricas se pasa a los términos a tener en cuenta en el manejo de riesgo, fuentes de daños, tipos de pérdidas, riesgo, componentes de riesgo y factores que influencian las componentes de riesgo.

La metodología para la evaluación del nivel de riesgo establece en primera instancia, identificar los elementos a proteger, las medidas utilizadas para reducir el riesgo y un procedimiento para evaluar la necesidad y conveniencia económica de la protección contra rayos.

El riesgo al cual está sometida una estructura y acometida de servicios depende de tres factores principales, número de eventos peligrosos, probabilidad de daño y pérdidas consecuentes. Estos factores se encuentran relacionados con: Propiedades físicas del terreno, ubicación geográfica, medidas de protección adoptadas, sistemas integrales de protección, apantallamiento espacial, redes equipotenciales, rutas de evacuación, cable de guarda, señalización de advertencia entre otras. Para observar de una manera clara su influencia en la determinación del riesgo, se ofrece una herramienta computacional que facilita y agiliza el cálculo de estas componentes de riesgo.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Analizar los elementos del sistema de protección integral contra rayos presentado en la versión 2008 de la norma técnica colombiana 4552.

2.1.2 Objetivos específicos

Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto se requiere lo siguiente:

- Describir el sistema integral de protección contra rayos de acuerdo a la norma técnica colombiana 4552.
- Analizar el procedimiento para la evaluación del nivel de riesgo al cual está sometida una estructura de uso final, por efecto de impacto de rayos acorde a la NTC 4552-2.
- Desarrollar una interfaz gráfica en Matlab que permita evaluar el nivel de riesgo en una estructura de uso final.

2.2 PLANTEAMIENTO

Los frecuentes riesgos presentados por descargas atmosféricas y su inevitable efecto negativo sobre o cerca de estructuras de uso final, dentro de los cuales se destacan: daños mecánicos inmediatos, fuego o explosión causado por el arco caliente ionizado del rayo, recalentamiento de los conductores, fuego iniciado por chispas ocasionadas por sobretensiones, lesiones a personas por tensiones de paso y de contacto, fallas o mal funcionamiento de sistemas internos y externos a estructuras, y daños causados sobre acometidas entrantes, han promovido la creación de diferentes normas dirigidas a conocer pautas adecuadas de diseño y posterior implementación de un sistema integral de protección contra rayos, que además considere el reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

Un sistema integral de protección contra rayos si es necesario, debe ser seleccionado con base en la evaluación del nivel de riesgo en una zona determinada para obtener características particulares de diseño. Es en este punto donde se busca proponer una alternativa dinámica, sencilla y de fácil acceso a cualquier usuario con previo conocimiento básico de la norma técnica colombiana 4552.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de grado se planteó con la idea fundamental de dar a conocer de una manera clara y concisa los requerimientos generales de un sistema integral de

protección contra rayos, estipulados en la norma técnica colombiana 4552 en cumplimiento con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

Se busca ofrecer una interfaz gráfica para evaluar el nivel de riesgo al que están sometidas las personas, estructuras de uso común y acometidas de servicio por impactos directos o indirectos de rayos, especificando las variaciones temporales y geográficas de las descargas atmosféricas según la región donde se desee implementar el sistema integral de protección contra rayos. Esto permite que el proceso de evaluación de riesgo por rayos sea más rápido, incluyendo la evaluación económica del nivel de riesgo que contemplan los costos de pérdidas totales, costos de pérdidas residuales y costos de medidas de protección haciendo este proceso de evaluación de riesgo óptimo y económico.

2.4 ALCANCE

Dar a conocer la importancia de un sistema integral de protección contra rayos en la protección de la vida humana, animal, vegetal y en la protección de equipos y estructuras de uso final acordes con la norma técnica colombiana 4552, ofreciendo a los usuarios pautas teóricas básicas de seguridad ante descargas atmosféricas junto a una herramienta computacional determinante en la evaluación del nivel de riesgo.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

3.1 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC)

Según el decreto 2269 de 1993, por el cual se reglamenta el sistema nacional de normalización, certificación y metrología, se define la norma técnica como el documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro óptimo de orden en un contexto dado.

Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

Igualmente, en el decreto en mención, la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC) es definida como la Norma Técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización (ICONTEC).

Esta institución es una entidad reconocida por el Gobierno Nacional cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes.

3.2 COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (CEI)

La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI o IEC, por sus siglas del idioma inglés International Electrotechnical Commission) fundada en 1904 durante el Congreso Eléctrico Internacional de San Luis (EEUU). Es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

Para su funcionamiento, así como el establecimiento de normativas, la CEI se divide en diferentes "comités técnicos" (TC), "comités consultivos" (AC) y algún comité especial: los miembros de estos comités trabajan voluntariamente.

La misión de la IEC es promover entre sus miembros la cooperación internacional en todas las áreas de la normalización Electrotécnica. Para lograr lo anterior, han sido formulados los siguientes objetivos:

- Conocer las necesidades del mercado mundial eficientemente.
- Promover el uso de sus normas y esquemas de aseguramiento de la conformidad a nivel mundial.
- Asegurar e implementar la calidad de producto y servicios mediante sus normas.
- Establecer las condiciones de intemperabilidad de sistemas complejos.
- Incrementar la eficiencia de los procesos industriales.
- Contribuir a la implementación del concepto de salud y seguridad humana.
- Contribuir a la protección del medio ambiente.

La participación activa como miembro de la IEC, brinda a los países inscriptos la posibilidad de influir en el desarrollo de la normalización internacional, representando los intereses de todos los sectores nacionales involucrados y conseguir que sean tomados en consideración. Asimismo, constituyen una oportunidad para mantenerse actualizados en la tecnología de punta en el ámbito mundial.

Existen tres formas de participación ante la IEC: como miembro pleno, miembro asociado o como miembro pre-asociado.

A la fecha la IEC cuenta con 57 miembros, cada uno de ellos representando a un país, y que en conjunto constituyen el 95% de la energía eléctrica del mundo. Este organismo normaliza la amplia esfera de la electrotécnica, desde el área de potencia eléctrica hasta las áreas de electrónica, comunicaciones, conversión de la energía nuclear y la transformación de la energía solar en energía eléctrica.

3.3 NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO (NPR)

Número relacionado con un conjunto de los parámetros de la corriente de rayo, pertinentes a la probabilidad que asocia los valores de diseño máximo y mínimo, son valores que no serán excedidos cuando naturalmente ocurra una descarga.

“El nivel de protección contra rayo se utiliza para diseñar las medidas de protección contra rayo”.

3.4 SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO (SIPRA)

Sistema completo usado para reducir los daños físicos sobre estructuras debido a descargas directas o indirectas. Este consiste en sistemas de protección contra rayos interno y/o externo.

3.5 SISTEMA DE CAPTACIÓN

Parte de un SIPRA, compuesto de elementos metálicos tales como bayonetas o pararrayos tipo bayoneta, conductores de acoplamiento o catenarias que interceptan intencionalmente el rayo.

3.6 SISTEMA DE CONDUCTORES BAJANTES

Parte de un SIPRA que conduce intencionalmente la corriente del rayo desde el sistema de captación al sistema de puesta a tierra.

3.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)

Parte de un SIPRA que conduce y dispersa intencionalmente la corriente de rayo en tierra.

3.8 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Sistema coordinado de DPS seleccionados e instalados correctamente para reducir fallas de sistemas eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones.

3.9 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES (DPS)

Dispositivo que limita intencionalmente las sobretensiones transitorias y dispersa las sobrecorrientes transitorias. Contiene por lo menos un componente no lineal.

3.10 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO (SPE)

Parte del SIPRA que consiste en un sistema de puntas de captación, un sistema de conductores bajantes y un sistema de puesta a tierra.

3.11 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO AISLADO A LA ESTRUCTURA A PROTEGER

Parte del sistema de protección externo con sistema de captación y bajantes colocados de tal manera que el camino de la corriente del rayo no tiene contacto con la estructura a ser protegida.

3.12 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO NO AISLADO A LA ESTRUCTURA A PROTEGER

Parte del sistema de protección externo con sistema de captación y bajantes colocados de tal manera que el camino de la corriente del rayo puede tener contacto con la estructura a ser protegida.

3.13 SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNO (SPI)

Parte de un SIPRA que consiste en una conexión equipotencial de rayo y acorde con la distancia de separación dentro de la estructura protegida.

3.14 IMPULSO ELECTROMAGNÉTICO DE RAYO (IER)

También se identifica por sus siglas en ingles LEMP (Lightning electromagnetic pulse). Es el campo electromagnético generado por la corriente de rayo. La interferencia electromagnética incluye sobretensiones conducidas al equipo del sistema eléctrico y electrónico así como efectos directos del campo magnético.

3.15 LESIONES A SERES VIVOS

Pérdida de facultades físicas, biológicas, psíquicas, incluida la vida, de personas o animales debido a tensión de paso y de contacto causada por el rayo.

3.16 DAÑO FÍSICO

Daño a la estructura o al contenido de la misma debido a efectos mecánicos, térmicos, químicos y explosivos del rayo.

3.17 FALLA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Daño permanente de sistemas eléctricos y electrónicos debido a impulso electromagnético por rayo IER.

3.18 RIESGO (R)

Medida de las pérdidas anuales probables (seres vivos y bienes) debidos a rayos, relativo al valor de (seres vivos y en bienes) de los objetos a proteger.

3.19 COMPONENTE DE RIESGO (R_X)

Riesgo parcial dependiendo de la fuente y el tipo de daño.

3.20 RIESGO TOLERABLE (R_T)

Valor máximo del riesgo el cual puede ser tolerado por el objeto a proteger.

3.21 ESTRUCTURA A SER PROTEGIDA

Estructura para la cual se requiere protección contra los efectos del rayo de acuerdo con lo especificado en esta norma. Una estructura a ser protegida puede ser parte de una estructura más grande.

3.22 ESTRUCTURA CON RIESGO DE EXPLOSIÓN

Estructura que contiene materiales sólidos explosivos o zonas peligrosas como las definidas en IEC 60079-10 e IEC 61241-10.

3.23 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (MPR)

Medidas a ser adoptadas en el objeto a proteger con el fin de reducir el riesgo debido a rayos.

3.24 GUI (GRAPHICAL USER INTERFACE)

La interfaz gráfica de usuario es un programa que se puede manejar por medio de imágenes y objetos gráficos.

3.25 GUIDE (GRAPHICAL USER INTERFACE DEVELOPMENT ENVIRONMENT)

El entorno de desarrollo de interfaces gráficas de usuario, es una herramienta que permite crear programas por medio de interfaces gráficas de usuario (GUI).

3.26 TELECOMUNICACIONES (TLC)

Hace referencia a todo lo relacionado con telecomunicaciones.

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONSIDERACIONES PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

4.1 DEFINICIÓN DEL RAYO

La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo es un fenómeno físico que se origina por una transferencia de carga eléctrica. El rayo es acompañado por una emisión de luz denominada relámpago. Cuando la descarga que pasa a través de la atmósfera, calienta y expande rápidamente el aire, produciendo el ruido característico del rayo denominado trueno.

Las descargas que ocurren de tierra a nube son conocidas como descargas de retorno, pero también hay descargas nube tierra, nube nube y nube atmosfera hacia la estratósfera. Los rayos nube tierra han sido los más estudiados, debido fundamentalmente a su influencia directa sobre los seres vivos y a las perturbaciones que causan en dispositivos, equipos, sistemas eléctricos, electrónicos y de comunicaciones. Aunque el ojo humano solo ve un rayo en un instante pueden ocurrir muchas descargas, desde 4 a 17 descargas en un mismo rayo (multiplicidad del rayo).

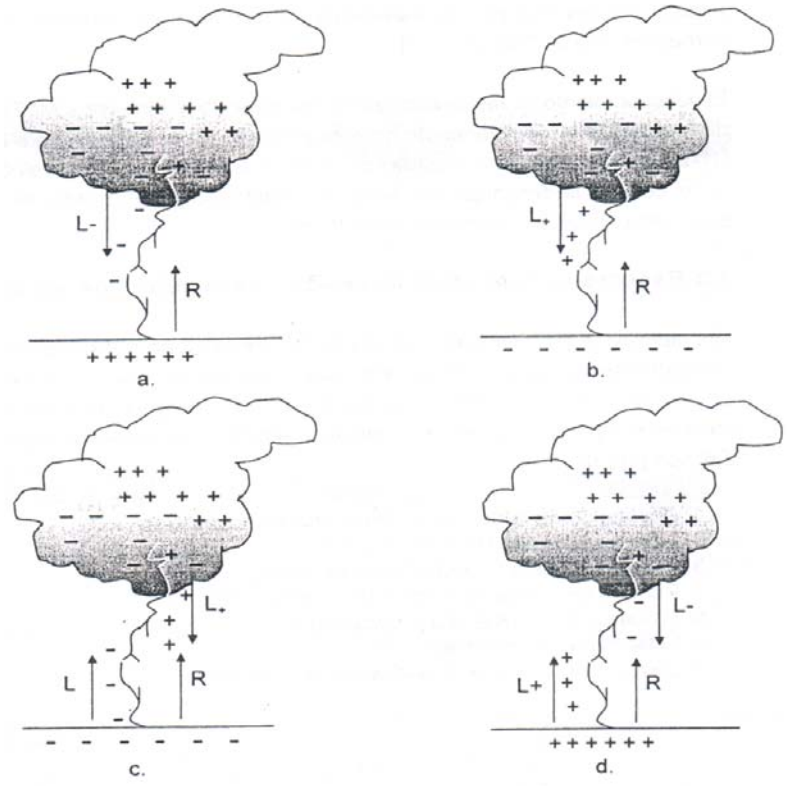
La mayor incidencia de rayos en el mundo, se da en las tres zonas de mayor convección profunda: América tropical, África central y Norte de Australia. Colombia por estar situada en la zona de confluencia intertropical, presenta una de las mayores actividades de rayos del planeta.

Existe una clasificación de rayos que permite identificarlos de acuerdo al camino que recorre la descarga. De acuerdo a esto los tipos de rayo son:

- Rayos ascendentes.
- Rayos descendentes.

Ambos tipos de descargas pueden ser de polaridad positiva o negativa. Esta clasificación se puede apreciar en la figura 4.1.

Figura 4.1 Tipos de rayos



Fuente: Horacio Torres. Protección contra rayos.

De acuerdo a la grafica anterior los tipos de descarga son:

a. Descarga nube – tierra negativa. (NTN)
b. Descarga nube – tierra positiva. (NTP)
c. Descarga tierra – nube negativa. (TNN)
d. Descarga tierra – nube positiva.(TNP)

En donde (R) corresponde a la dirección de la descarga de retorno y (L+, L-) son las direcciones de los líderes ascendentes y descendentes de la descarga respectivamente.

4.2 NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO

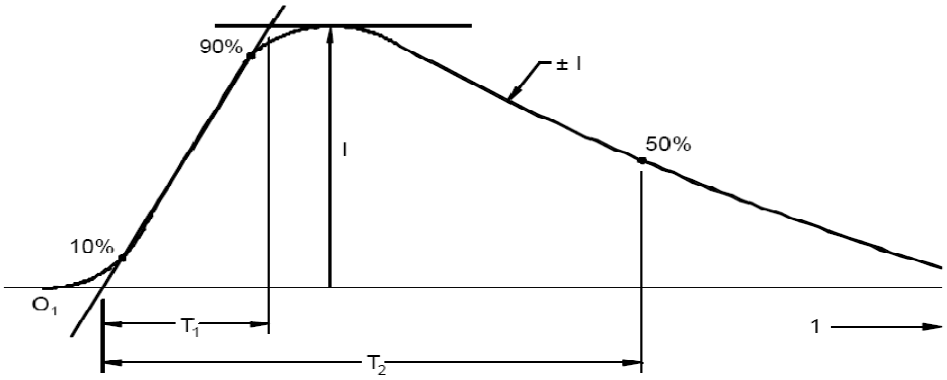
El nivel de protección es un indicador que fija un conjunto de valores de parámetros del rayo. En un nivel de protección los parámetros se encuentran fijos en un rango de condiciones máximas y mínimas que no se pueden exceder en el momento que ocurra la descarga. Los componentes de un sistema de protección varían de acuerdo al nivel de protección, haciendo el sistema más seguro para un nivel de protección I pero también más costoso. De acuerdo a esto el diseñador del sistema de protección contra rayos debe fijar el nivel de protección que cumpla con las condiciones establecidas por la norma NTC 4552 en cuanto a la evaluación de riesgo y que sea lo más económico posible.

4.3 PARÀMETROS DEL RAYO Y OTRAS DEFINICIONES

En la norma técnica IEC 62305-1 aparecen los parámetros del impulso inicial, o first stroke y los parámetros de las descargas subsecuentes. Uno de los parámetros más importantes es la corriente de impulso pico del rayo (I_{imp}), se mide en kiloamperios y depende del nivel de protección. Existen cuatro niveles de protección contra rayos (NPR) y cada nivel de protección tiene un rango fijo de parámetros que no se deben sobrepasar cuando ocurra la descarga atmosférica. El nivel de protección con el cual se va a implementar el SIPRA se determina con una evaluación de riesgo que será tratada con más detalle en el numeral 7. Un ejemplo de estos parámetros es la corriente pico del rayo, para un SIPRA nivel I se toma una corriente pico de 200 kA, para nivel II 150 kA y para nivel III y IV la corriente pico máxima que puede pasar por el sistema es de 100 kA.

La corriente pico corresponde a una forma de onda particular que representa el comportamiento de la corriente de rayo, la cual se observa en la figura 4.2.

Figura 4.2 Forma de onda característica de la corriente de rayo



Fuente: Norma técnica colombiana 4552-1.

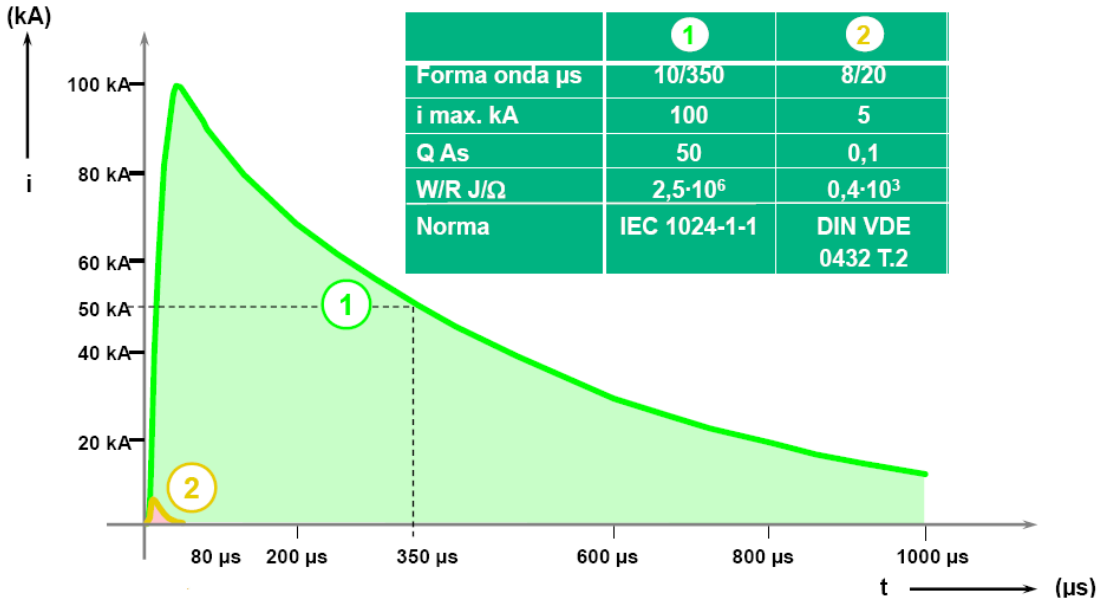
O_1= Origen virtual
I= Corriente pico
T_1= Tiempo de frente
T_2= Tiempo al valor medio

De acuerdo a esta forma de onda existen varios tipos de onda normalizadas teniendo en cuenta el tiempo de frente T_1 y el tiempo de valor medio T_2. Estas formas de onda se encuentran en la figura 4.2.

- Onda 10/350 µs: Esta onda representa la corriente de impacto directo del rayo. La corriente pico de esta onda se identifica con $I_{imp.}$
- Onda 8/20 µs: Onda de sobretensión, es la que produce el rayo a varios kilómetros y que produce estragos en las instalaciones. La corriente pico de esta onda se identifica con I_n y es mucho más rápida pero también disipa más rápido su energía que la onda 10/350 µs.

La figura 4.3 muestra ambos tipos de onda junto con los parámetros físicos más relevantes.

Figura 4.3 Comparación de formas de onda.



	1	2
Forma onda µs	10/350	8/20
i max. kA	100	5
Q As	50	0,1
W/R J/Ω	$2{,}5 \cdot 10^6$	$0{,}4 \cdot 10^3$
Norma	IEC 1024-1-1	DIN VDE 0432 T.2

Fuente: Electropol.

En la tabla 4.1 se muestran los valores de parámetros del rayo de acuerdo al nivel de protección:

Tabla 4.1 Valores de parámetros del rayo de acuerdo con el nivel de protección NPR.

Primera descarga corta			**NPR**			
Parámetro	Símbolo	Unidad	I	II	III	**IV**
Corriente pico	*I*	kA	200	150	100	
Carga corta	Q_{corta}	C	100	75	50	
Energía específica	*W/R*	kJ/Ω	10 000	5 625	2 500	
Descarga corta subsecuente			**NPR**			
Parámetro	Símbolo	Unidad	I	II	III	**IV**
Corriente pico	*I*	kA	54	40,5	27	
Pendiente Promedio	*di/dt*	kA/µs	120	90	60	
Parámetros de tiempo	*T1/T2*	µs / µs	0,4/50			
Descarga larga			**NPR**			
Parámetro	Símbolo	Unidad	I	II	III	**IV**
Carga larga	Q_{larga}	C	100	75	50	
Parámetro de tiempo	T_{largo}	s	0,5			
Rayo			**NPR**			
Parámetro	Símbolo	Unidad	1	II	III	**IV**
Carga	Q_{rayo}	C	300	225	150	

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-1.

Otra definición que hay que tener en cuenta es el impulso electromagnético del rayo IER (Lighting Electromagnetic Impulse LEMP) que es el campo electromagnético generado por la corriente de rayo, capaz de generar interferencia electromagnética.

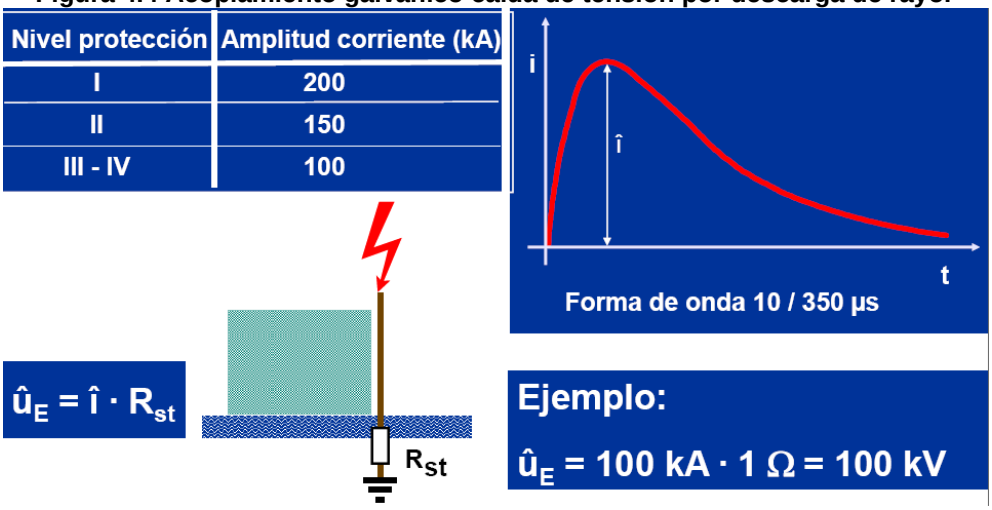
4.4 PROBLEMAS QUE GENERA UN RAYO

Cuando un rayo cae no solo causa problemas en la zona de impacto directo, como son la pérdida de vidas humanas, daños de estructuras, fuego, etc., sino que también se dispersa por todos los caminos posibles del sistema de interconexión eléctrico, el rayo no solo afecta la zona donde cae sino que produce daños a varios kilómetros del impacto.

Los tres fenómenos que ocurren cuando el rayo impacta son los siguientes:

- **Acoplamiento galvánico:** Ocurre con la energía del rayo en función de la resistencia óhmica de la toma de tierra. Si un rayo con una corriente I_{mp} de 100 kA impacta en la instalación de protección contra rayos y la toma de tierra es de 1 Ω se tendrá una elevación del potencial de 100 kV como se muestra en la figura 4.4.

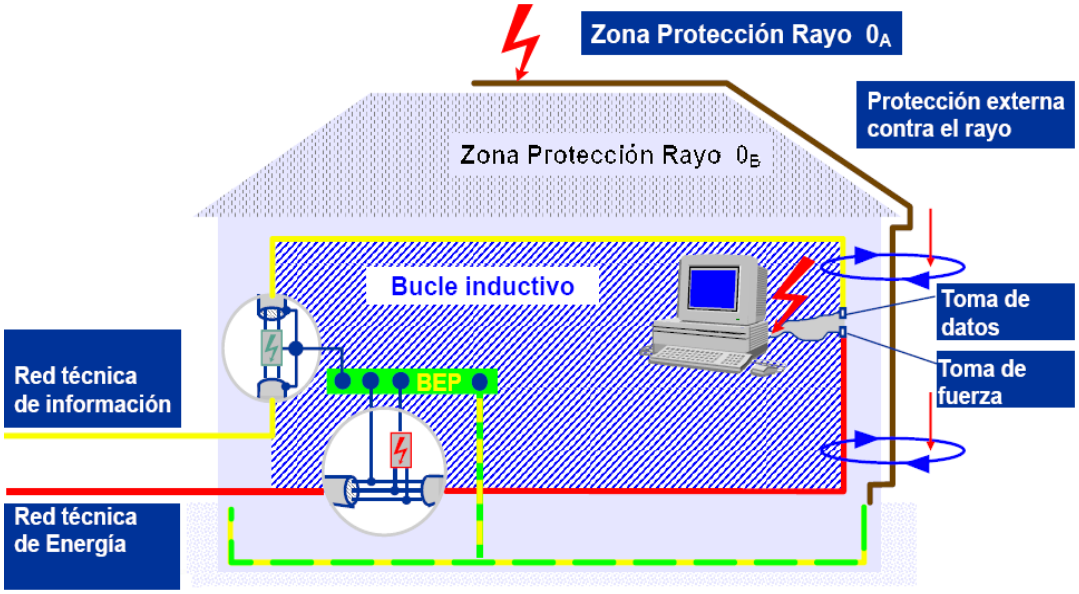
Figura 4.4 Acoplamiento galvánico caída de tensión por descarga de rayo.



Fuente: Electropol.

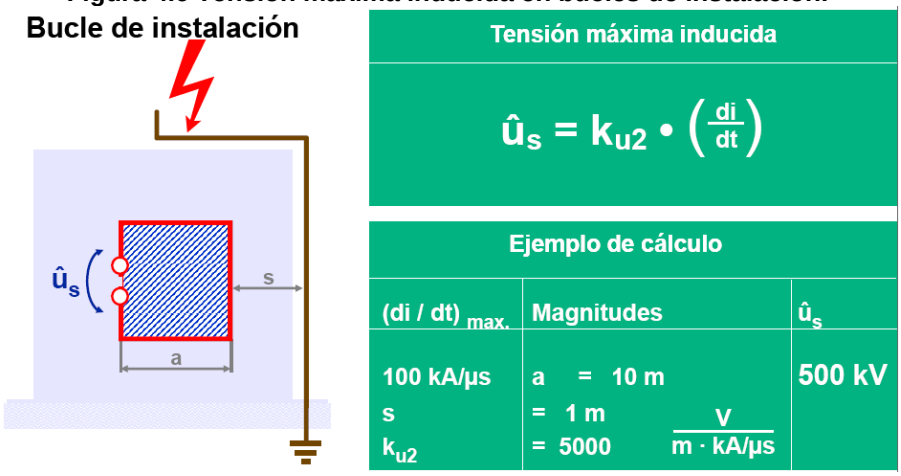
- **Acoplamiento inductivo:** Cuando los conductores que componen una estructura se someten a un campo electromagnético existe un acoplamiento inductivo que se traduce en tensiones en las puntas de los cables, las cuales pueden alcanzar hasta 500 kV, como se muestra en las figuras 4.5 y 4.6.

Figura 4.5 Acoplamiento inductivo.



Fuente: Electropol.

Figura 4.6 Tensión máxima inducida en bucles de instalación.

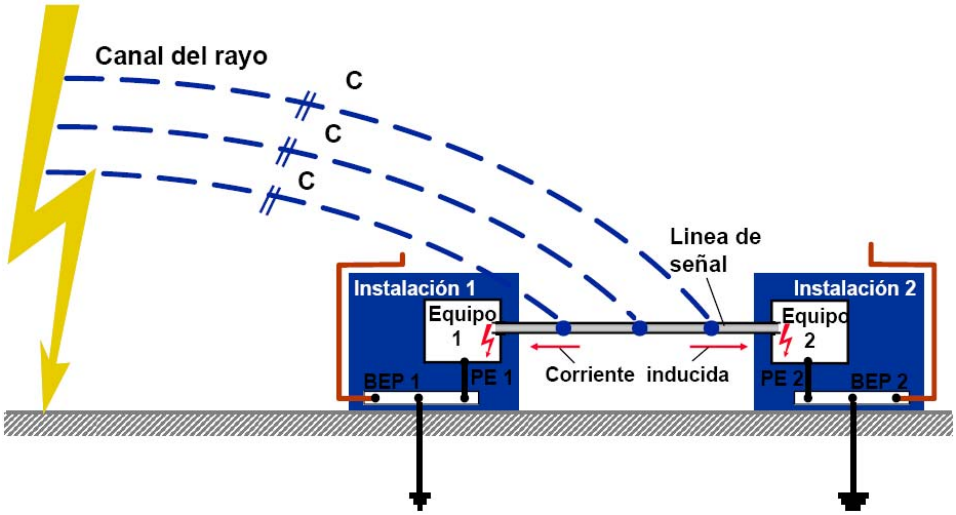


Fuente: Electropol

- **Acoplamiento capacitivo:** Parecido a lo que ocurre en un condensador (dos placas separadas por una distancia, cuando se cargan eléctricamente hay un viaje de electrones de una placa a otra dependiendo de la polaridad de la corriente). Este acople ocurre en los cables de señales, cables de transmisión de datos cuando se ponen dentro de un campo electromagnético producido por los impulsos de

rayo, lo cual se traduce como tensiones en punta en los extremos de los cables, como se muestra en la figura 4.7.

Figura 4.7 Acoplamiento capacitivo.



Fuente: Electropol

4.5 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE RAYO

El rayo es un fenómeno complejo por esto la solución para mitigar sus efectos debe tratarse de forma integral, ya que si se da una solución parcial no se logra una protección eficaz contra todos los efectos que produce. En el RETIE artículo 18 se establece que se **debe** proteger de acuerdo a la serie de normas IEC 62305 o NTC 4552 en las cuales se recomienda el uso del sistema integral de protección contra rayos (SIPRA). Un sistema de protección y sus elementos deben disipar la energía no solo del primer impulso sino de todos los impulsos sucesivos.

Las normas NTC 4552, son la adaptación de las IEC 62305 teniendo en cuenta ajustes de algunos parámetros regionales. Colombia se encuentra en la zona de interconfluencia tropical, la cual presenta rayos con corrientes de impulso pico de mayor intensidad que otras zonas del planeta. La familia de la norma IEC 62305 completa es:

- IEC 62305-1: Principios generales del rayo, parámetros del rayo, tipos de onda de rayo y conceptos generales.
- IEC 62305-2: Administración del riesgo.
- IEC 62305-3: Apantallamiento de edificios.
- IEC 62305-4: Protección de equipos electrónicos contenidos dentro de edificaciones.

- IEC 62305-5: Tuberías especiales, oleoductos, sistemas de telecomunicaciones, y casos especiales.

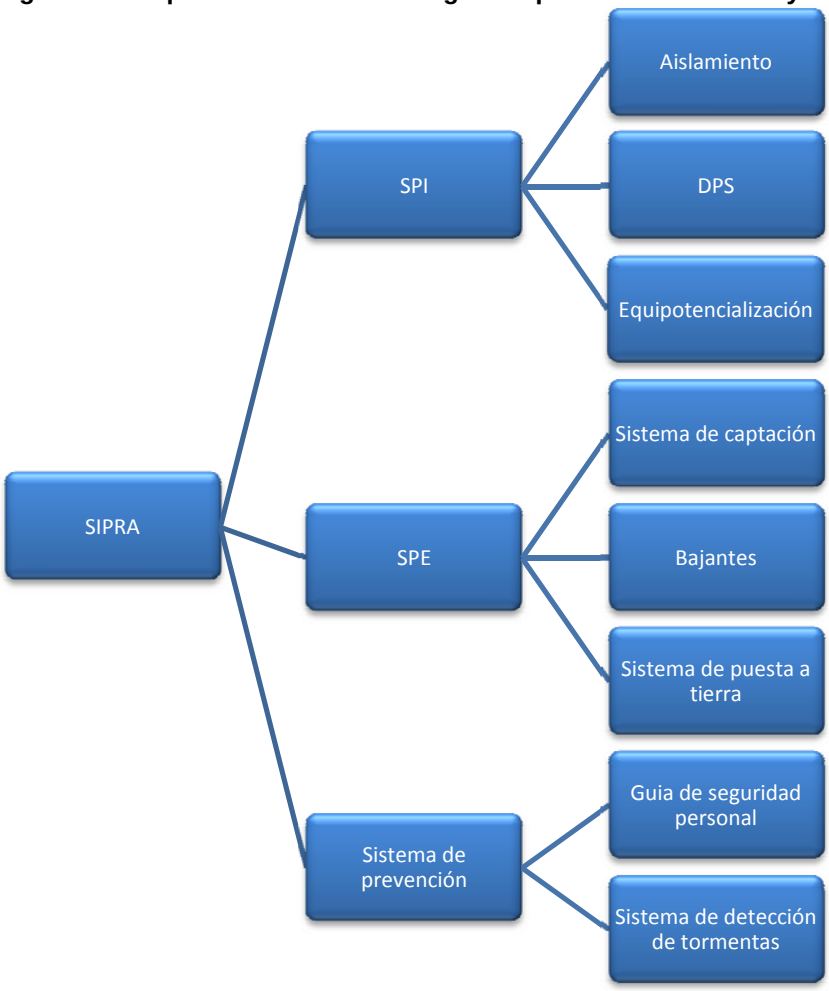
La familia de normas NTC 4552-1-2-3-4 corresponden a las respectivas adaptaciones de la familia de normas IEC mencionadas anteriormente.

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)

La implementación del sistema de protección contra rayos es el resultado de la evaluación previa del nivel de riesgo. De acuerdo a esto es necesaria la revisión de los componentes de un sistema integral de protección contra rayos.

Los componentes de un SIPRA varían de acuerdo a la estructura, el riesgo de pérdidas de vidas humanas, de bienes culturales, etc., de las exigencias técnicas y económicas, en fin varían de acuerdo a los resultados de la evaluación de nivel de riesgo. El sistema completo que se implementaría en caso para el cual se requiera un máximo nivel de seguridad (nivel I) se muestra en la figura 5.1.

Figura 5.1 Esquema del sistema integral de protección contra rayos

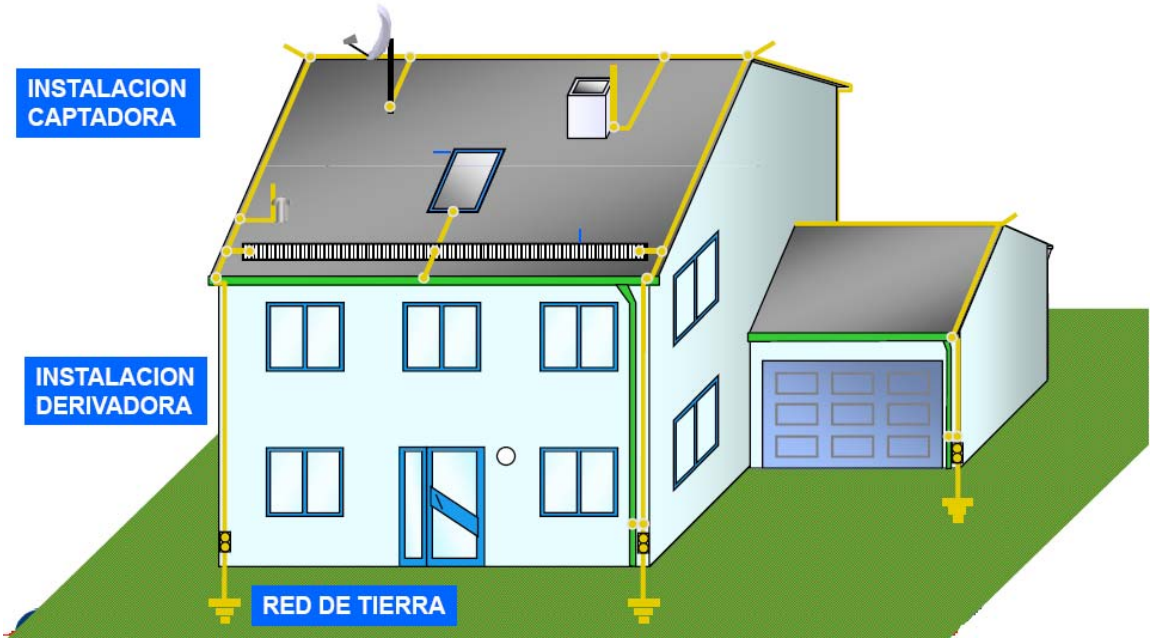


Fuente: Autores.

5.1 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNO (SPE)

La función de la protección externa es interceptar las descargas atmosféricas que se dirigen a la estructura y evacuar la corriente de rayo hasta el suelo de la forma más segura posible, evitando daños térmicos, mecánicos y chispas que puedan iniciar incendios o explosiones.

Figura 5.2 Sistema de protección externo (SPE)



Fuente: Electropol

Hay estructuras que se encuentran sometidas a incendios o explosiones por el tipo de elementos que tienen almacenados o las características de los materiales que las conforman. De acuerdo a esto hay dos tipos de sistema de protección externo:

- Aislado eléctricamente a la estructura.
- Unido directamente a esta.

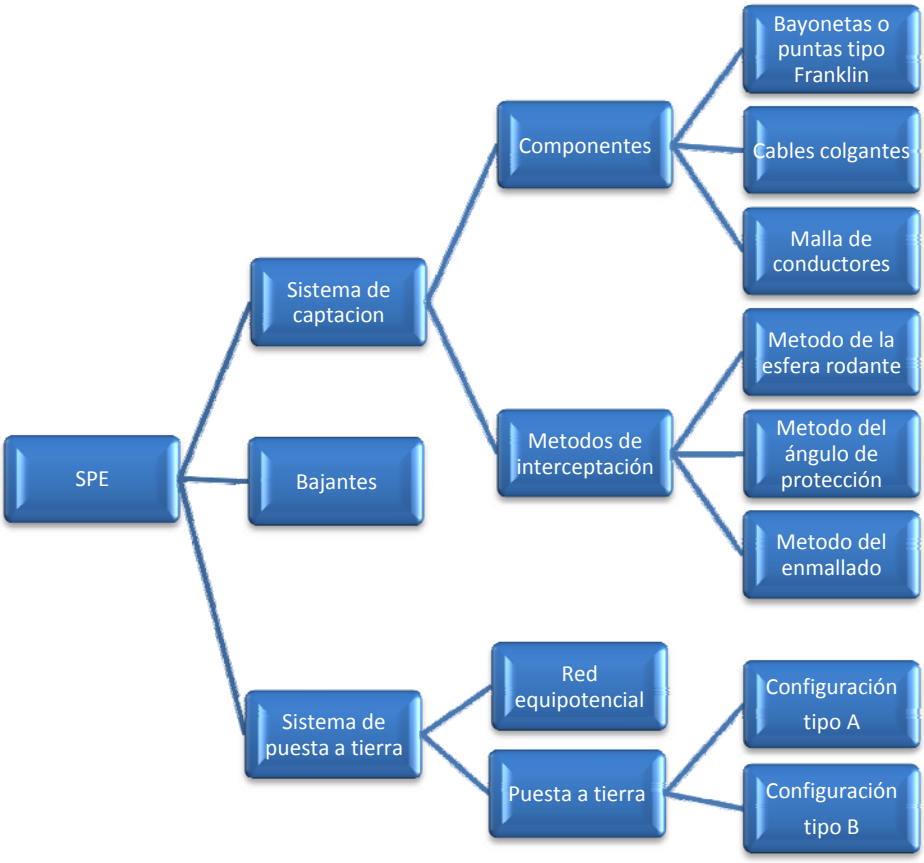
El sistema aislado eléctricamente se diseña por fuera de la estructura. Ambos sistemas se diseñan bajo distancias especiales de aislamiento que evitan que la corriente de rayo cause explosión o daños mecánicos, un caso para un sistema aislado sería una estructura que contenga químicos explosivos en su interior. Las distancias de aislamiento serán tratadas con más detalle en el sistema de protección interno.

La función del sistema de protección externo es interceptar, drenar y dispersar la corriente de rayo. Por estas funciones el SPE está conformado por:

- Sistema de captación.
- Sistema de bajantes.
- Sistema de puesta a tierra.

En la figura 5.2 se muestra un sistema de protección externo para una estructura y en la figura 5.3 se ilustran las partes que conforman un sistema de protección externo.

Figura 5.3 Esquema del sistema de protección externo



Fuente: Autores.

5.1.1 Sistema de captación

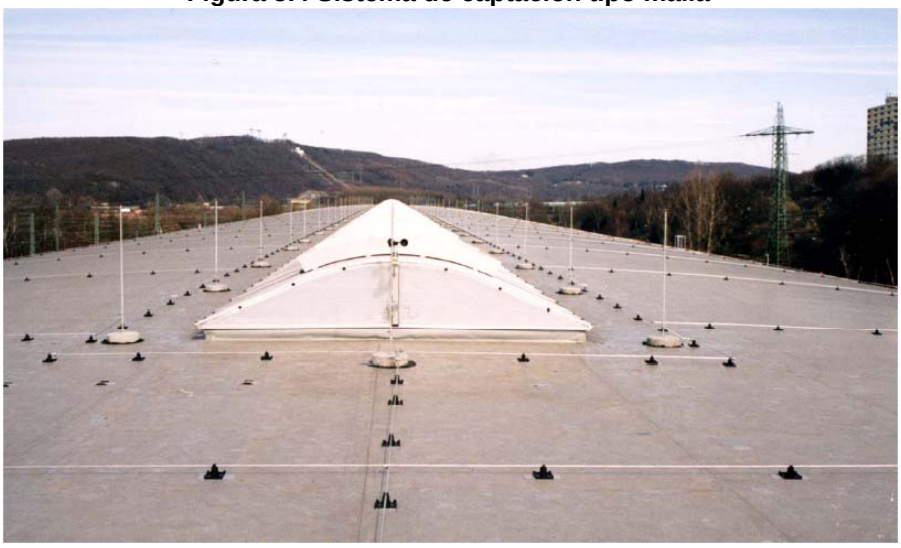
La función de este componente es tomar la descarga atmosférica y dirigirla a los bajantes. Los elementos que realizan esta función son una combinación de los siguientes elementos interconectados entre sí:

- Varillas tipo Franklin.
- Cables colgantes.
- Malla de conductores.

Cualquiera de estos componentes debe ser ubicado de forma estratégica de acuerdo al diseño de la estructura teniendo en cuenta las esquinas, puntos

sobresalientes de la arquitectura y bordes superiores. En la figura 5.4 se ilustra un ejemplo de un sistema de captación.

Figura 5.4 Sistema de captación tipo malla



Fuente: Electropol.

Métodos de interceptación: Estos métodos están basados en estudios desarrollados para determinar la ubicación óptima de los cables de guarda en líneas de transmisión aérea, basándose en la hipótesis de que la carga espacial está relacionada con la magnitud de la corriente de la descarga.

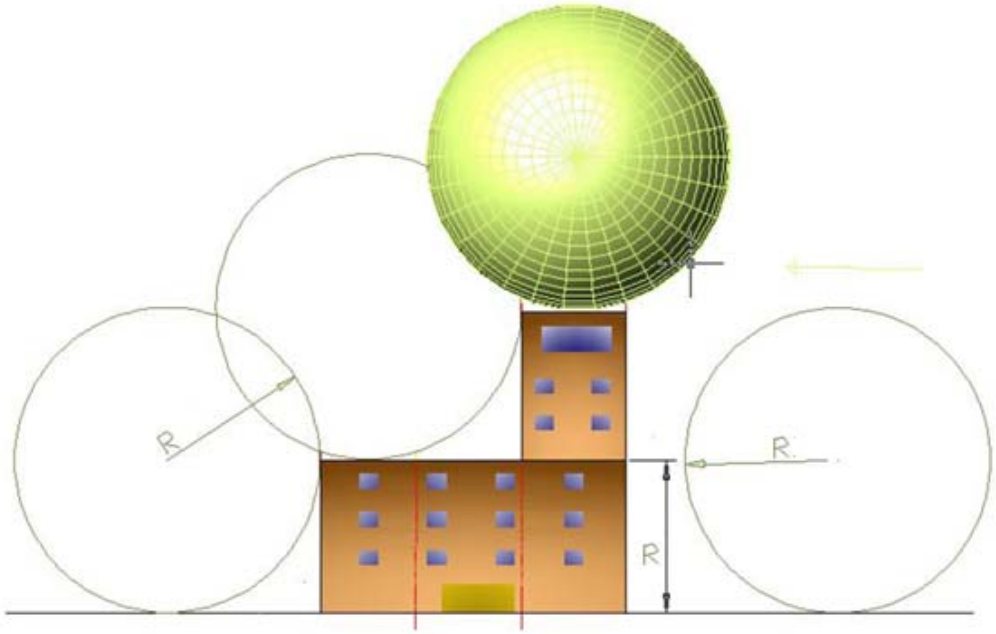
Los métodos de interceptación aérea son:

- Método de esfera rodante.
- Método de ángulo de protección.
- Método del enmallado.

Método de la esfera rodante: Consiste en posicionar los terminales de tal forma que una esfera de radio determinado nunca toque la estructura, de tal forma que la esfera este soportada por una de las puntas captadoras. Cuando en la parte superior de la estructura existen varios niveles o en un conjunto de estructuras una es más alta que el radio de la esfera rodante, los puntos laterales tangentes a la esfera son factibles de ser impactados. Sin embargo, para estructuras menores de 60 m la probabilidad de impacto lateral es muy pequeña. El radio de la esfera está determinado por el nivel de riesgo al cual se encuentra sometida la estructura.

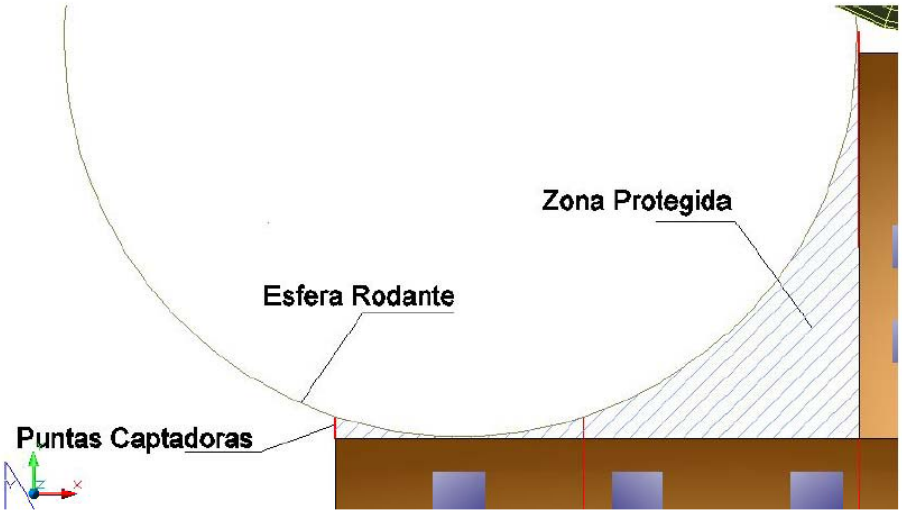
El método de la esfera rodante, el área de protección y el método del ángulo de protección se muestran en las figuras 5.5, 5.6 y 5.8 respectivamente.

Figura 5.5 Método de la esfera rodante



Fuente: NTC 4552-3

Figura 5.6 Área de protección del método de la esfera rodante



Fuente: NTC 4552-3

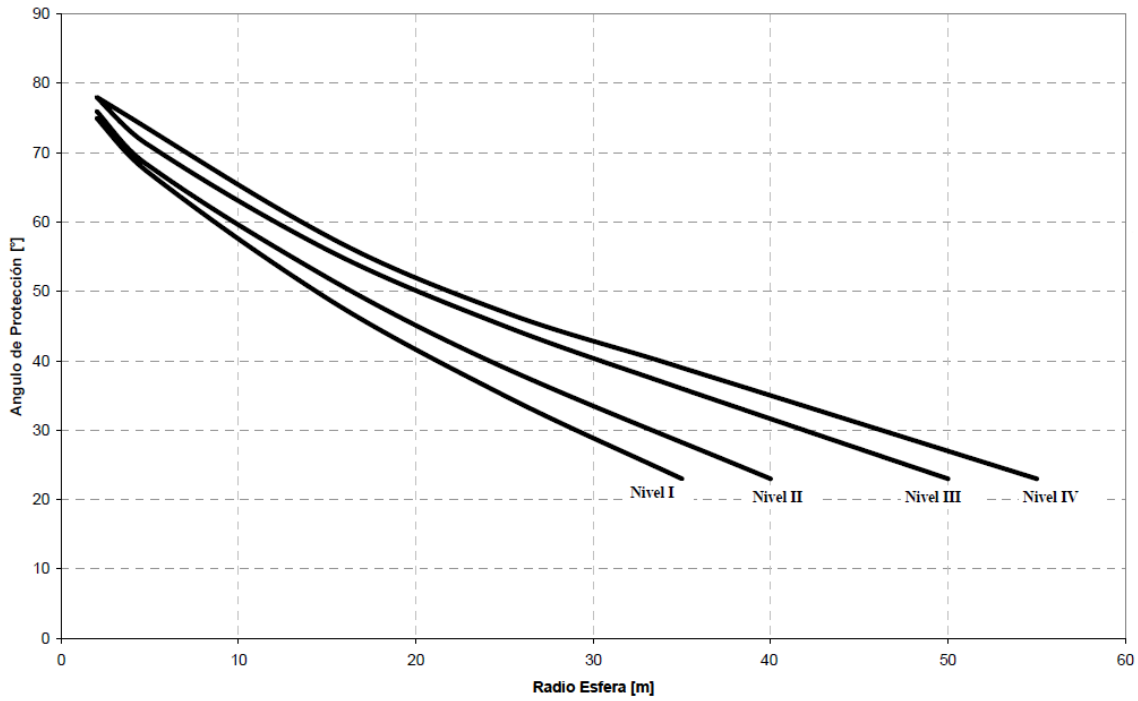
Tabla 5.1 Valores máximos del radio de la esfera rodante según el nivel de protección.

Radio de la esfera [m]	Nivel de protección
55	IV
50	III
40	II
35	I

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

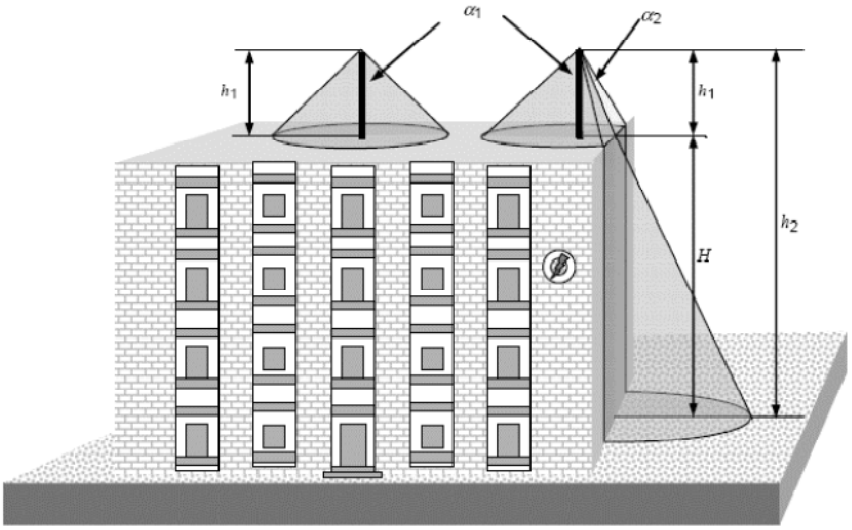
Método del ángulo de protección: Consiste en colocar las puntas captadoras a cierta altura de tal forma que generen un cono tridimensional de ángulo α que representa el volumen de protección. El ángulo de protección se escoge de acuerdo a la altura relativa de la punta con la superficie a proteger y al nivel de protección. En la figura 5.7 se encuentra el valor del ángulo, normalizado para estos dos parámetros.

Figura 5.7 Ángulo de protección dependiendo de la altura relativa y el nivel de protección.



Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

Figura 5.8 Método del ángulo de protección para diferentes alturas.



H	Altura del edificio sobre el plano de referencia de tierra
h_1	altura física de la varilla de Terminal aérea
h_2	h_1 + H, siendo la altura de la varilla de Terminal áreas sobre la tierra
α_1	El ángulo de protección correspondiente a la altura de la Terminal aérea h=h1, siendo la altura sobre la superficie del techo a ser medida (plano de referencia)
α_2	El ángulo correspondiente a la altura h 2,

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

Método del enmallado: Consiste en colocar una malla conductora que protege contra impactos directos la estructura. Las dimensiones de la malla se encuentran normalizadas de acuerdo al nivel de protección, como se observa en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Dimensiones del enmallado para los diferentes niveles de protección

Malla [m]	Nivel de protección
20 x 20	IV
15 x 15	III
10 x 10	II
5 x 5	I

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

5.1.2 Sistema de bajantes

La función de los bajantes es conducir la descarga de los terminales de captación al sistema de puesta a tierra de forma segura. Se debe cumplir que los bajantes

sean lo más cortos posible, que se coloquen en paralelo o en simetría y que las partes conductoras de la estructura se encuentren equipotencializadas. Para sistemas aislados que se encuentren expuestos a materiales explosivos o estructuras con riesgo de incendio como tanques de almacenamiento las puntas de captación se colocan en forma independiente de la estructura sobre postes metálicos que actúan como bajantes.

La distancia a la cual se deben ubicar las bajantes depende del nivel de protección resultado de la evaluación de riesgo y se aprecian en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Distancia de separación promedio para conductores bajantes

Distancia promedio [m]	Nivel de protección
20	IV
15	III
10	II
10	I

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

En las bajantes se debe evitar la formación de lazos o curvas, para facilitar el paso de la corriente y en caso inevitable su ángulo no debe ser menor a 90º y el radio de curvatura mayor o igual a 200 mm.

Las uniones entre bajantes, el sistema de captación y la puesta a tierra deben ser las mínimas posibles. Se debe limpiar la superficie de contacto adecuadamente antes de unir para evitar que la humedad y la corrosión reduzcan la conducción. Al unir metales distintos se deben usar elementos de conexión bimetálicos para evitar la corrosión galvánica.

Es considerada como una buena práctica de construcción realizar conexiones laterales de las bajantes cada 10 m o 20 m de altura de acuerdo con la tabla 5.3.

En la figura 5.9 se muestra un ejemplo constructivo de un sistema de bajantes para una edificación.

En cada punto de conexión de los bajantes con la red de tierra, deberá instalarse un punto de medición.

Figura 5.9 Bajante.

Fuente: Electropol.

5.1.3 Sistema de puesta a tierra

Es un componente esencial para descargas atmosféricas y para el funcionamiento general del sistema. Las funciones del sistema de puesta a tierra son dispersar las corrientes de descargas atmosféricas que vienen por las bajantes, limitar las tensiones de paso, propiciar un correcto funcionamiento de la red de energía eléctrica al servir de referencia común de tensión y limitar las perturbaciones electromagnéticas en equipos conectados.

Las descargas atmosféricas y las fallas a tierra generan corrientes que producen tensiones de paso que atentan con la seguridad personal. Estas corrientes pueden tener una amplitud en un rango de 1 A hasta decenas de kA y generar señales cuya frecuencia varía entre decenas de Hz hasta unos MHz. Anteriormente se tenía en cuenta la corriente de falla para diseñar el sistema de puesta a tierra, pero esto solo es correcto para frecuencias de 50 Hz y 60 Hz. Actualmente los sistemas de puesta a tierra se caracterizan por su impedancia. Se debe buscar un valor de resistencia de puesta a tierra lo más bajo posible, menores a 10 Ω a baja frecuencia.

Un sistema de puesta a tierra está formado por:

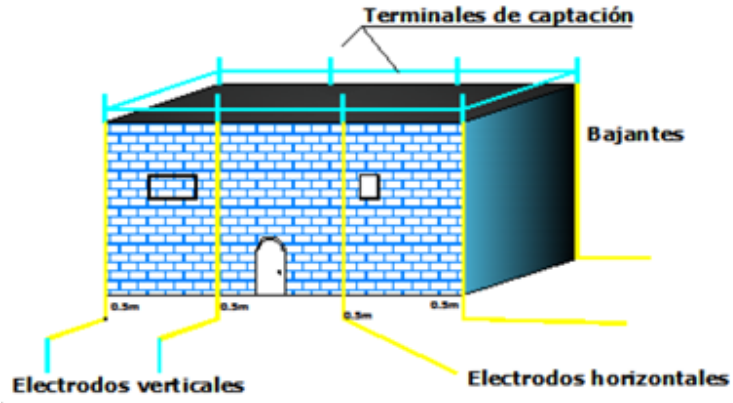
- Red equipotencial.
- Puesta a tierra.

Red equipotencial: Es un conjunto de interconexiones entre conductores que unen todas las partes conductivas de la estructura y del sistema interno, formando un camino de baja impedancia que permite el flujo de corriente que generan diferencias de potencial indeseadas.

Puesta a tierra: Son elementos interconectados que están en contacto directo con el suelo con el fin de drenar la corriente de rayo a tierra. Los componentes más usados son los electrodos, los anillos y los enmallados de puesta a tierra, siendo el electrodo el componente más simple seguido por el anillo que es la combinación de electrodos que forman un lazo y finalmente el enmallado que es la interconexión de las puestas a tierra de varias estructuras. Existen dos tipos de arreglos normalizados para la puesta a tierra:

- **Configuración tipo A:** Electrodos instalados fuera de la estructura y conectados a cada uno de los bajantes. Esta configuración es conveniente para estructuras bajas y sistemas aislados. La longitud mínima para electrodos horizontales se encuentra normalizada de acuerdo con el nivel de protección, mientras que para electrodos verticales se toma la mitad de la longitud tomada para electrodos horizontales. En la figura 5.10 se muestra un sistema de puesta a tierra tipo A, utilizado frecuentemente en casas familiares.

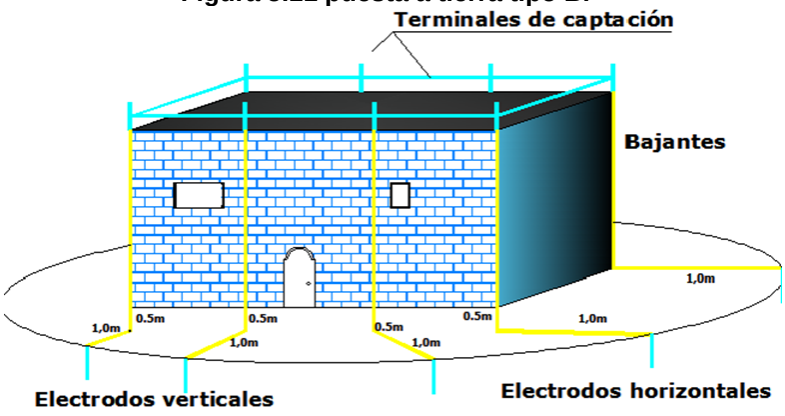
Figura 5.10 Puesta a tierra tipo A.



Fuente: RIG-RETIE-Gestión e ingeniería.

- **Configuración tipo B:** Consiste en un anillo conductor externo a la estructura y en contacto con el suelo en por lo menos un 80% de su longitud total. Es usada en sistemas de captación enmallados, estructuras con peligro de explosión, terrenos de roca solida y estructuras cimentadas en madera o ladrillo. El radio del anillo debe ser menor o igual a la longitud normalizada de acuerdo al nivel de protección para electrodos horizontales de la configuración tipo A. en la figura 5.11 se muestra un sistema de puesta a tierra tipo B preferido para SIPRA con diferentes bajantes.

Figura 5.11 puesta a tierra tipo B.



Fuente: RIG-RETIE-Gestión e ingeniería.

5.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNO (SPI)

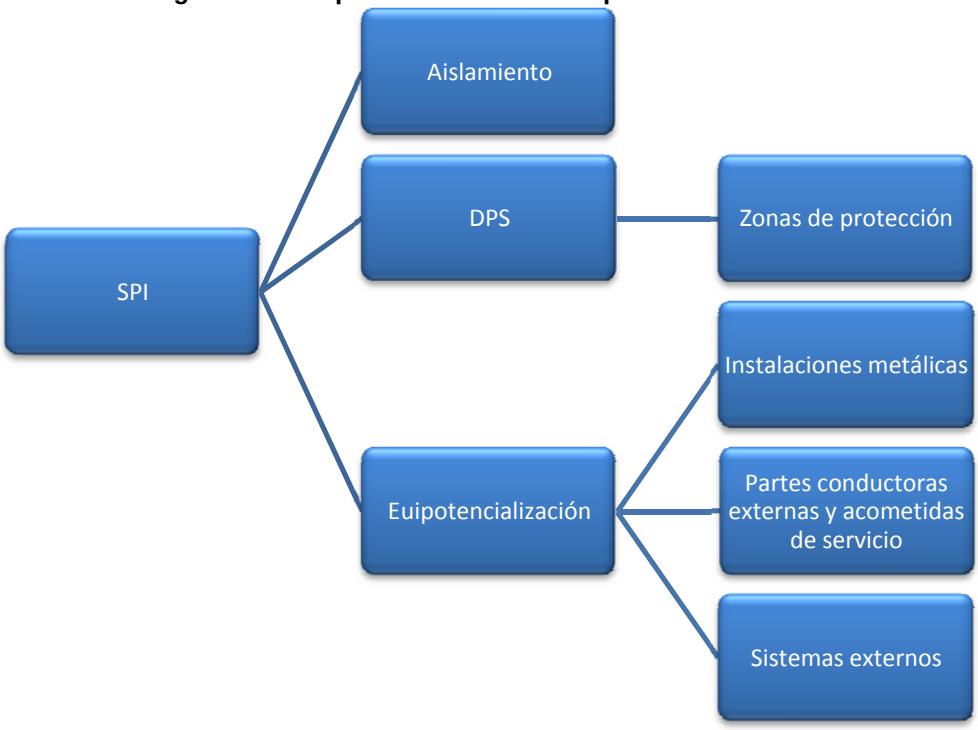
En el sistema de captación externo la corriente del rayo puede causar perturbaciones electromagnéticas y sobretensiones que alteran el buen desempeño de la instalación interna, además representa un peligro para las personas dentro de la estructura. El objetivo del sistema de protección interno es evitar las consecuencias que genera al paso de la corriente de rayo en el sistema de protección y acciones de maniobra, arranque y parada de quipos.

El diseño del sistema de protección interno está basado en la teoría de la compatibilidad electromagnética, que consiste en que el sistema debe tener la capacidad de trabajar de forma satisfactoria en un entorno electromagnético y que los equipos o dispositivos de dicho sistema no introduzcan perturbaciones intolerables. Las medidas y componentes del sistema de protección interno son:

- Aislamiento.
- DPS.
- Equipotencialización.

El esquema general de protección interno se muestra en la figura 5.12.

Figura 5.12 Esquema del sistema de protección interno



Fuente: Autores.

5.2.1 Aislamiento

Es necesario recurrir a la distancia adecuada para lograr el aislamiento eléctrico entre el sistema de protección externo y las partes internas de la instalación de la estructura a proteger. Estas distancias son muy importantes ya que el paso de la corriente por el sistema de protección externo puede generar corrientes inducidas por acoplo inductivo o capacitivo y tensiones de paso. La distancia de separación está dada por la siguiente expresión:

—

Los valores usados en la expresión se encuentran normalizados, donde:

: Distancia en metros tomada desde el punto de distancia de separación hasta la conexión equipotencial más cercana, y que va a lo largo del elemento del sistema de protección externo.

: Seleccionado de acuerdo al aislamiento entre las partes.

: Seleccionado de acuerdo al nivel de protección

k_c: Seleccionado de acuerdo al flujo de corriente que pasa por los bajantes.

Tabla 5.4 Valores de k_i

Clase de SIPRA	k_i
I	0,08
II	0,06
III - IV	0,04

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

Tabla 5.5 Valores de k_c

Numero de bajantes n	k_c
1	1
2	1…0,5
4 o más	1…1/n

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

Tabla 5.6 Valores de k_m

Material	k_m
Aire	1
Concreto	0,5
Nota: Cuando hay algunos materiales aislantes en serie es una buena práctica usar el más bajo de k_m. El uso de otros materiales aislantes esta bajo consideración.	

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-3.

5.2.2 Dispositivos de protección contra sobretensiones DPS

Son dispositivos que protegen contra sobretensiones las instalaciones eléctricas y los equipos eléctricos y electrónicos. Además desvían las sobrecorrientes y establecen conexiones equipotenciales para dar seguridad al sistema. Las técnicas o elementos que usan generalmente los DPS son los circuitos con diodos supresores, varistores y vías de chispas (spark gaps). Es importante que el DPS no sufra daños terminales y pueda continuar trabajando en el caso que se presente el transitorio más desfavorable para el caso que fue seleccionado. Cuando el DPS opera el funcionamiento del equipo o del sistema protegido no debe presentar inconvenientes. El DPS debe controlar transitorios por niveles de tensión superiores al nivel de tensión máximo que el elemento protegido puede trabajar sin degradar su calidad de operación en presencia de perturbaciones.

Las clases de DPS están relacionadas con el concepto de zonas de protección manejado por la norma NTC 4552 o IEC 62305. Hay dos tipos de clasificación de zonas: de acuerdo al espacio y de acuerdo a la instalación eléctrica.

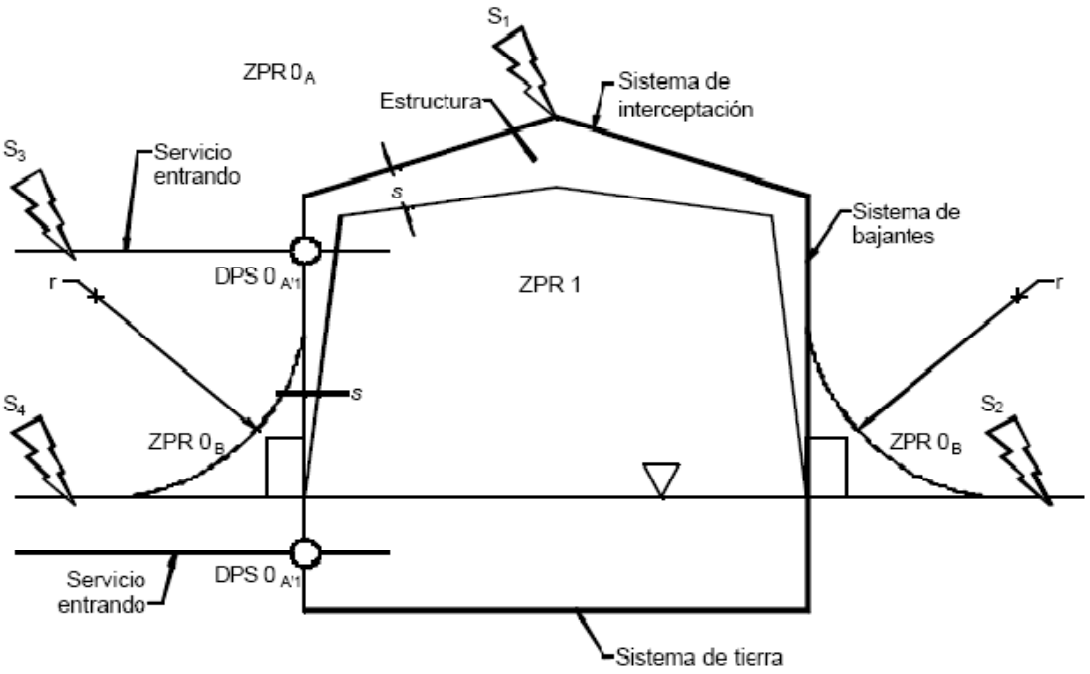
Zonas de protección contra rayos de acuerdo al espacio:

- Zona 0_A: Expuesta al impacto directo del rayo, corriente del tipo de onda 10/350 µs. En esa zona cero se produce IER en una magnitud más grande.
- Zona 0_B: El IER es menor. La posibilidad de impacto directo es menor.

- Zona 1: El IER está casi borroso. La posibilidad de impacto directo es muy baja.
- Zona 2: No hay IER. La posibilidad de impacto directo es nula.

El esquema para estas zonas de protección se puede apreciar en la figura 5.13.

Figura 5.13 Zonas de protección contra rayos definidas para un SIPRA ZPR.



1	Estructura	S_1	Impacto a la estructura
2	Sistema de Interceptación	S_2	Impacto cerca de la estructura
3	Sistema de bajantes	S_3	Impacto en servicio entrando a la estructura
4	Sistema de Tierra	S_4	Impacto cerca servicio entrando a la estructura
5	Servicio entrando	*r*	Radio esfera rodante
		s	Distancia separación contra peligros de impacto

O Barraje equipotencial de rayos (DPS)

ZPR 0_A	Impactos directos, corriente total del rayo
ZPR 0_B	No impactos directos, corriente parcial de rayo o corriente inducida
ZPR 1	No impactos directos, corriente parcial de rayo a corriente inducida
	Volumen protegido dentro de ZPR 1 tiene que respetar distancia de separación *s*

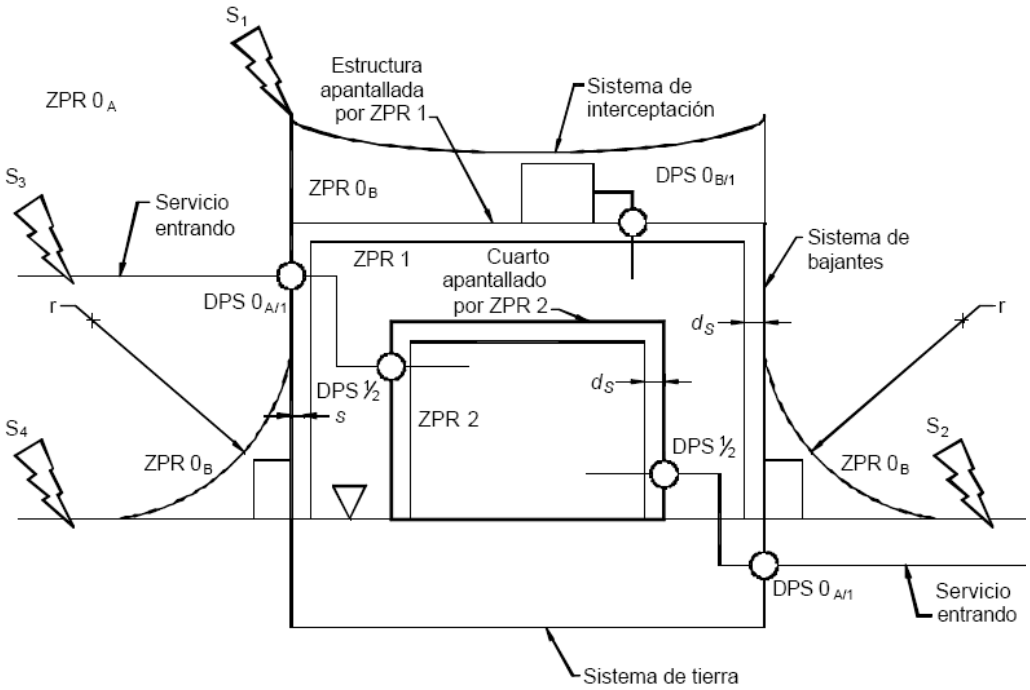
Fuente: Norma técnica colombiana 4552-1.

Zonas de protección contra rayos de acuerdo a la instalación eléctrica:

- Zona 0_A: El equipo está expuesto directamente a la onda de rayo 10/350 µs.
- Zona 0_B: Tiene un DPS protector clase 1 aguas abajo del transformador que soporta la onda de rayo 10/350 µs.
- Zona 1: Tiene un DPS protector clase 2 que soporta la onda 8/20 µs.
- Zona 2: Tiene un DPS protector clase 3 que soporta la onda 8/20 µs.

El esquema para estas zonas de protección se puede apreciar en la figura 5.14.

Figura 5.14 Zonas de protección contra rayos ZPR definidas para medidas de protección contra IER.



1	Estructura apantallada por ZPR1	S_1	Impacto a la estructura
2	Sistema de Interceptación	S_2	Impacto cerca de la estructura
3	Sistema de bajantes	S_3	Impacto en servicio entrando a la estructura
4	Sistema de Tierra	S_4	Impacto cerca servicio entrando a la estructura
5	Cuarto apantallado por ZPR2	*r*	Radio esfera rodante
6	Servicio entrando	*ds*	Distancia de seguridad a muy altos campos magnéticos

O Barraje equipotencial de rayos (DPS)

ZPR 0_A	Impactos directos, corriente total del rayo
ZPR 0_B	No impactos directos, corriente parcial de rayo o corriente inducida
ZPR 1	No impactos directos, corriente parcial de rayo a corriente inducida
	Volumen protegido dentro de ZPR 1 tiene que respetar distancia de separación *ds*

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-1.

Los DPS se dividen en clases:

- **Clase 1:** Descargadores de corriente de rayo y descargadores combinados de sobretensión y corriente de rayo. Están diseñados para soportar la onda de rayo 10/350 µs.
- **Clase 2:** Descargadores de sobretensión para tableros de distribución e instalaciones fijas. Están diseñados para soportar la onda de rayo 8/20 µs.
- **Clase 3:** Descargadores de sobretensión para tomacorrientes y equipos. Están diseñados para soportar la onda de rayo 8/20 µs.

5.2.3 Equipotencialización

Todo sistema de protección debe contar con una interconexión que ponga todos los puntos a un mismo potencial para evitar el paso de corrientes indeseables. La Equipotencialización del sistema de protección contra rayos es la interconexión del sistema de protección interno y externo con las partes metálicas de la estructura, con las partes conductoras externas, con las líneas conectadas a la estructura, y con los sistemas eléctricos y electrónicos dentro de la estructura. De acuerdo a lo anterior los tipos de uniones equipotenciales son:

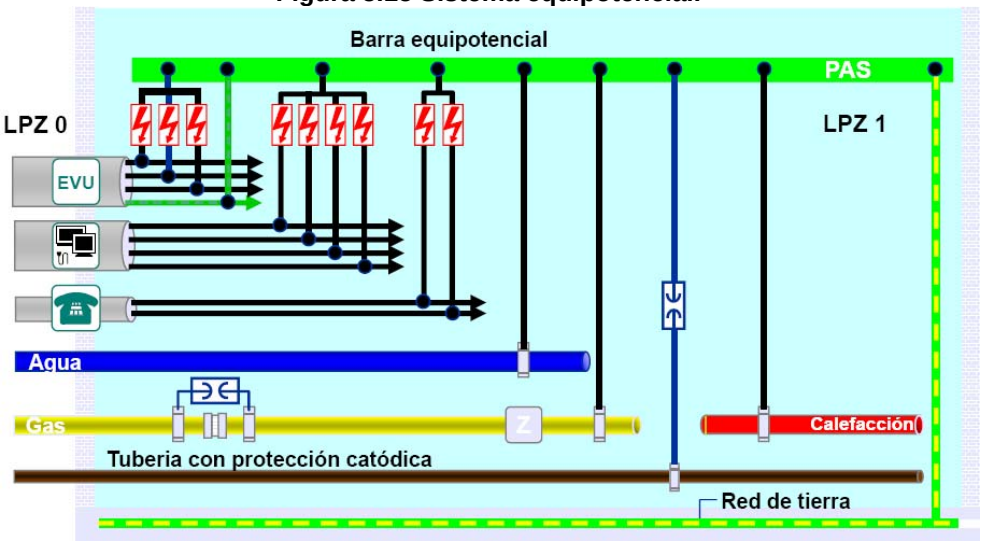
- **Unión equipotencial para instalaciones metálicas:** Las uniones equipotenciales deben estar conectadas a una barra equipotencial que se encuentre en el sótano o a nivel del suelo en un lugar de fácil inspección.

- **Unión equipotencial para partes conductoras externas y acometidas de servicio:** Estas uniones deben estar lo más cerca a los puntos de entrada a la estructura a ser protegidas, deben soportar las corrientes de rayo y cuando las uniones equipotenciales no se pueden hacer directamente se debe usar DPS. Los apantallamientos y tuberías se deben equipotencializar. Para las líneas de la acometida de servicio que se encuentran apantalladas o enrutadas en tubería metálica.

- **Unión equipotencial para sistemas externos:** Se deben hacer conexiones equipotenciales entre el apantallamiento interno y la tubería, si esta es metálica. Si no se tiene apantallamiento interno se debe equipotencializar con DPS. Los DPS utilizados deben cumplir con la norma IEC 21305-4 o con la normativa nacional vigente.

Un ejemplo de un sistema equipotencial, en el que se muestran varios servicios como las tuberías metálicas de agua y gas, los ductos de calefacción, servicios de datos y telefonía se ilustra en la figura 5.15.

Figura 5.15 Sistema equipotencial.



Fuente: Electropol.

6. TÉRMINOS PARA EL MANEJO DEL RIESGO

6.1 DAÑOS Y PÉRDIDAS.

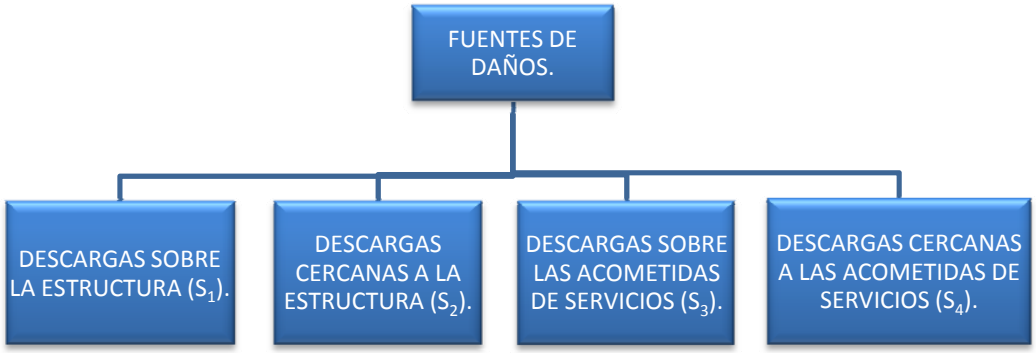
Daño: Es el detrimento o perjuicio en estructuras o al contenido de la misma junto con acometidas de servicios debido a efectos mecánicos, térmicos, químicos y explosivos del rayo.

Pérdida: Perjuicio social o económico en estructuras, acometidas de servicio, seres vivos y patrimonio cultural debido a eventos peligrosos por descargas atmosféricas.

6.1.1 Fuentes de daños.

La corriente de rayo es la fuente primaria de daño. En la figura 6.1 se definen las diferentes fuentes de daño con relación a la posición del punto de impacto de la descarga eléctrica atmosférica.

Figura 6.1 Fuentes de daños por descargas atmosféricas.


FUENTES DE DAÑOS.
DESCARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA (S_1).
DESCARGAS CERCANAS A LA ESTRUCTURA (S_2).
DESCARGAS SOBRE LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS (S_3).
DESCARGAS CERCANAS A LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS (S_4).

Fuente: Autores.

Los rayos que impactan directamente a la estructura (S_1) pueden causar:

- Daño mecánico inmediato, fuego y explosión causado por el arco caliente ionizado del rayo, o causado por la corriente de rayo que origina calentamiento resistivo de los conductores (Recalentamiento de conductores), o causado por la carga que origina un arco corrosivo (metal derretido).
- Fuego y explosión iniciado por chispas, causadas por sobretensiones resultantes de acoples inductivos o resistivos y por el paso de parte de la corriente de rayo.
- Lesiones a personas por tensiones de paso y de contacto resultado de acoples resistivos e inductivos.
- Falla o mal funcionamiento de sistemas internos causado por impulsos electromagnéticos de rayo (IER).

Los rayos que impactan cerca de la estructura (S_2) pueden causar:

- Falla o mal funcionamiento de sistemas internos causados por (IER).

Los rayos que impactan directo a un servicio que entra a la estructura (S_3) pueden causar:

- Fuego y/o explosión iniciado por chispas, causadas por sobretensiones y corrientes de rayo transmitidas por la acometida entrante.
- Lesiones a personas causadas por tensiones de contacto dentro de la estructura, originados por corriente de rayo transmitidas por la acometida entrante.
- Falla o mal funcionamiento de sistemas internos causado por sobretensiones transmitidas a la estructura por líneas entrantes.

Los rayos que impactan cerca a un servicio que entra a la estructura (S_4) pueden causar:

- Falla o mal funcionamiento de sistemas internos causado por sobretensiones inducidas y transmitidos por líneas entrantes a la estructura.

6.1.2 Tipos de daños.

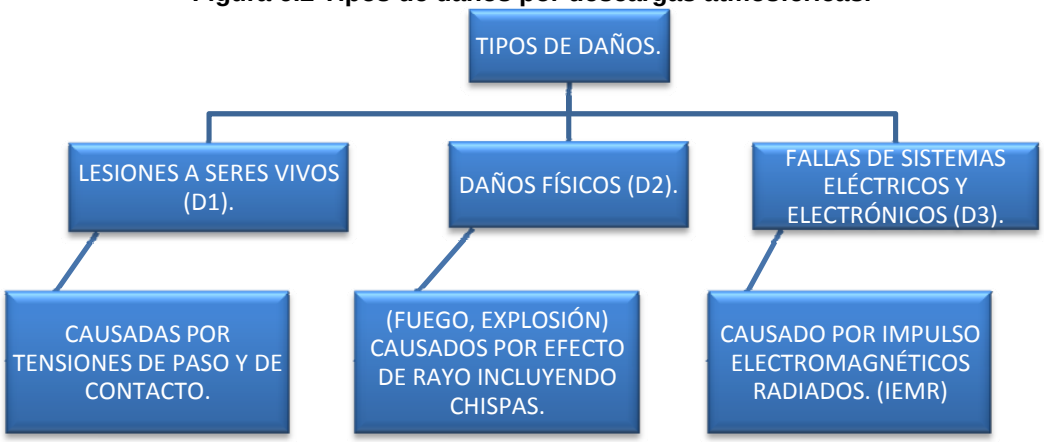
Una descarga eléctrica atmosférica puede causar daños dependiendo de las características del objeto a proteger; entre las más importantes se tiene: Tipo de construcción, contenido y aplicación, tipo de servicio y medidas de protección instaladas.

Para una aplicación práctica de la evaluación de riesgo se distinguen tres tipos básicos de daños los cuales pueden aparecer como consecuencia de una descarga eléctrica atmosférica. La figura 6.2 define estos tres tipos de daños.

El daño a la estructura debido a descargas, se puede limitar a una parte de la misma o podría extenderse a la estructura entera. El efecto del daño puede involucrar estructuras aledañas o cercanas.

El rayo puede causar daños físicos a las acometidas al igual que a todo sistema interno que se encuentre conectado a ella.

Figura 6.2 Tipos de daños por descargas atmosféricas.


TIPOS DE DAÑOS.
LESIONES A SERES VIVOS (D1).
DAÑOS FÍSICOS (D2).
FALLAS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (D3).
CAUSADAS POR TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO.
(FUEGO, EXPLOSIÓN) CAUSADOS POR EFECTO DE RAYO INCLUYENDO CHISPAS.
CAUSADO POR IMPULSO ELECTROMAGNÉTICOS RADIADOS. (IEMR)

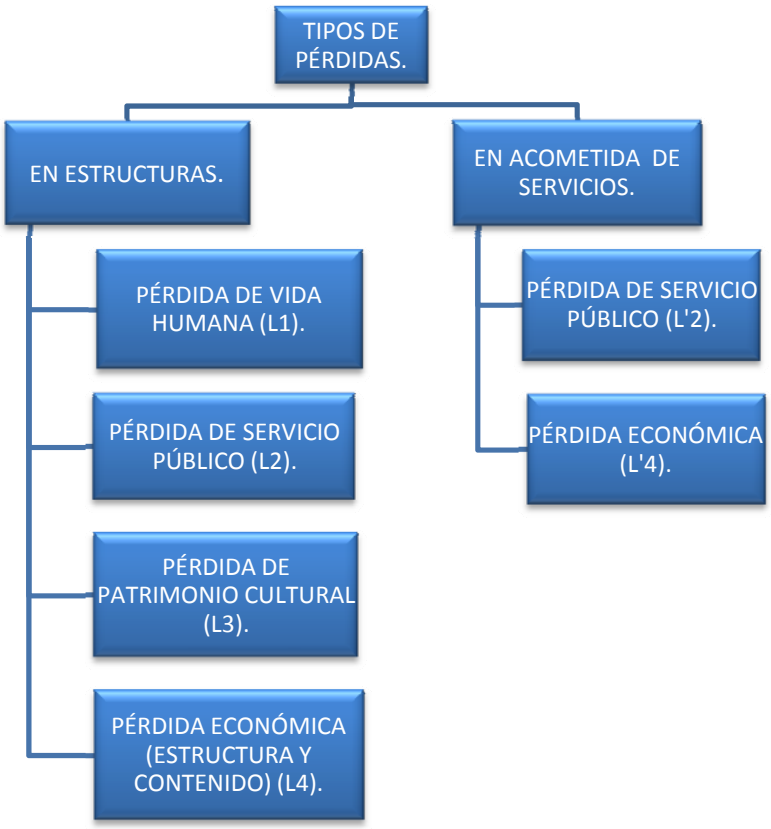
Fuente: Autores.

6.1.3 Tipos de pérdidas.

Cada tipo de daño, solo o en combinación con otros, podría producir diferentes pérdidas en el objeto a proteger. Los tipos de pérdidas pueden aparecer dependiendo de las características del mismo objeto y de su contenido.

En la figura 6.3 se definen los tipos de pérdida que podrían presentarse en estructuras y acometidas de servicio respectivamente.

Figura 6.3 Tipos de pérdidas en estructuras y acometidas.


TIPOS DE PÉRDIDAS.
EN ESTRUCTURAS.
EN ACOMETIDA DE SERVICIOS.
PÉRDIDA DE VIDA HUMANA (L1).
PÉRDIDA DE SERVICIO PÚBLICO (L2).
PÉRDIDA DE PATRIMONIO CULTURAL (L3).
PÉRDIDA ECONÓMICA (ESTRUCTURA Y CONTENIDO) (L4).
PÉRDIDA DE SERVICIO PÚBLICO (L'2).
PÉRDIDA ECONÓMICA (L'4).

Fuente: Autores.

En el numeral 6.2 se define el riesgo al que está sometida una estructura y acometida de servicio por efecto de rayo, sin embargo, en esta instancia es importante resaltar el riesgo asociado por cada tipo de daño y pérdida tal como se muestra en la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Riesgo por cada tipo de daño y pérdida.

	Pérdidas			
Daños	**L1[1] Pérdidas de vidas humanas.**	**L2, L`2[2] Pérdida de servicio público.**	**L3[1] Pérdida de patrimonio cultural**	**L4,L`4[2] Pérdida económica**
D1-Lesiones a seres vivos.	R_S	-	-	R_S[3]
D2- Daños físicos.	R_F	R_F	R_F	R_F
D3-Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos.	R_O[4]	R_O	-	R_O

[1] Pérdidas asociadas a la estructura.
[2] Pérdidas asociadas a la estructura y a las acometidas de servicio respectivamente.
[3] Solo para propiedades agrícolas con posible pérdida d animales.
[4] Solo para hospitales u otro tipo de estructuras, donde las fallas en los sistemas internos inmediatamente atente contra la vida humana.
R_F Riesgo debido a daños físicos en la estructura o servicio.
R_S Riesgo debido a lesiones a seres vivos.
R_O Riesgo debido a fallas en sistemas internos.

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

6.2 RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO.

El riesgo R se define como el valor promedio probable de pérdidas anuales y debe ser evaluado para los tipos de pérdidas asociados a la estructura y acometidas de servicios. En la figura 6.4 y 6.5 se definen los tipos de riesgo a evaluar en estructuras y acometidas de servicios respectivamente.

Figura 6.4 Riesgos a evaluar en estructuras.

TIPOS DE RIESGO.
RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDA HUMANA (R_1).
RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO (R_2).
RIESGO DE PÉRDIDA DE PATRIMONIO CULTURAL (R_3).
RIESGO DE PÉRDIDAS DE VALOR ECONÓNICO (R_4).

Fuente: Autores.

Figura 6.5 Riesgos a evaluar en acometidas de servicios.

Fuente: Autores.

El riesgo R para un tipo de pérdida determinada está dado por la combinación de componentes de riesgo, los cuales se definen para cada tipo de daño en estructuras y acometidas de servicios en las tablas 6.2 y 6.3 respectivamente.

Tabla 6.2 Componentes de riesgo para cada tipo de daño en la estructura.

Tipo de daño.		**Lesiones a seres vivos.**	**Daños físicos.**	**Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos**
Componente de Riesgo		**R_S**	**R_F**	**R_0**
Tipo de Riesgo	R_1	R_A+R_U	R_B+R_V	$R_C+R_M+R_W+R_{Z(1)}$
	R_2	-	R_B+R_V	$R_C+R_M+R_W+R_Z$
	R_3	-	R_B+R_V	-
	R_4	$R_A+R_{U(2)}$	R_B+R_V	$R_C+R_M+R_W+R_{Z(1)}$

(1) Únicamente para estructuras con riesgo de explosión, o para hospitales u otras estructuras en donde la falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana.
(2) Únicamente para propiedades en donde pueda haber pérdida de animales.
R_A Componente relacionada con las lesiones a seres vivos causadas por tensiones de paso y contacto en las zonas con un radio de cobertura de 3m fuera de la estructura.
R_B Componente relacionada con los daños físicos causados por chispas peligrosas dentro de la estructura causando fuego o explosión.
R_C Componente relacionada con la falla de sistemas internos causada por IER (Impulsos Electromagnéticos del Rayo).
R_M Componente relacionada con la falla de sistemas internos causados por IER.
R_U Componente relacionada con lesiones en seres vivos causada por tensiones de contacto dentro de la estructura, debido a corrientes de rayo que fluyen por una línea entrante a la estructura.
R_V Componente relacionada con los daños físicos (fuego o explosión por chispas entre las instalaciones externas y partes metálicas generalmente al punto de entrada de a línea a la estructura) debido a corrientes de rayo transmitida a través de la acometida de servicios.
R_W Componente relacionada a fallas de sistemas internos causados por sobretensiones inducidas sobre las acometidas y transmitida a la estructura.
R_Z Componente relacionada a fallas de sistemas internos causados por sobretensiones inducidas sobre las líneas de acometida y transmitida a la estructura.

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

Tabla 6.3 Componentes de riesgo para cada tipo de daño en las acometidas de servicio.

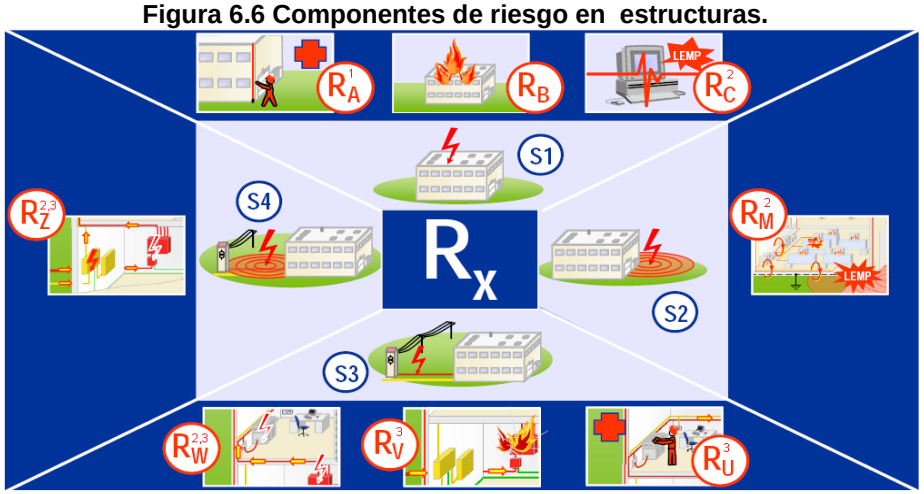
Tipo de daño.		Lesiones a seres vivos.	Daños físicos.	Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos
Componente de Riesgo		**R_S**	**R_F**	**R_0**
Tipo de Riesgo	$R'_{1(*)}$	-	$R'_B+R'_V$	-
	R'_2	-	$R'_B+R'_V$	$R'_C+R'_W+R'_Z$
	R'_4	-	$R'_B+R'_V$	$R'_C+R'_W+R'_Z$

(*) Solo para ductos metálicos sin continuidad eléctrica, que transporte fluido explosivo.
R'_B Componente relacionado a daños físicos debido a efectos mecánicos y térmicos de la corriente de rayo fluyendo a través de la acometida de servicio.
R'_C Componente relacionada a fallas de equipos conectados debido a sobretensiones por acople resistivo.
R'_V Componente relacionado con daños físicos debido a efectos mecánicos y térmicos por la circulación de la corriente de rayo.
R'_W Componente relacionada a la falla de equipos conectado, debido a sobretensiones por acople resistivo. Pueden ocurrir pérdidas del Tipo L2 y L4.
R'_Z Componente relacionada a la falla de líneas y equipos conectados causado por sobretensiones inducidas sobre la línea.

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

Adicionalmente se presenta una ilustración de las componentes de riesgo relacionadas con cada una de las fuentes de daño, para estructuras en la figura 6.6 y para acometidas de servicios en la figura 6.7.

Figura 6.6 Componentes de riesgo en estructuras.



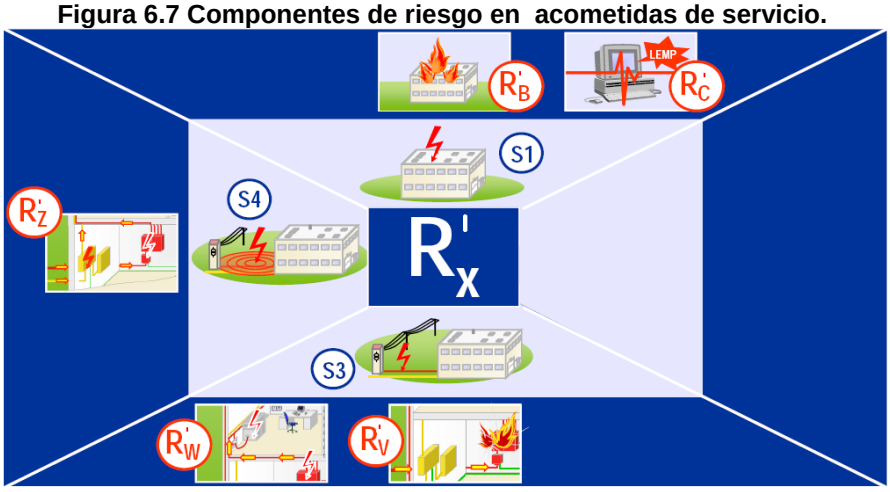
Fuente: Electropol.

(1) Únicamente se calcula para exteriores.

(2) Únicamente se calcula si existe equipo sensible.

(3) Se debe calcular para cada tipo de acometida de servicios (alimentación eléctrica y telecomunicaciones).

Figura 6.7 Componentes de riesgo en acometidas de servicio.



Fuente: Electropol.

6.3 FACTORES QUE INFLUENCIAN LAS COMPONENTES DE RIESGO.

Para evaluar el riesgo R se deben evaluar primero los riesgos parciales o componentes de riesgo, los cuales dependen del número de eventos peligrosos N, de la probabilidad de daño P y de la pérdida asociada L.

Cada componente de riesgo R_X, puede, entonces, calcularse a través de la ecuación general:

$$R_X=N_XP_XL_X$$

Donde:

N_X = Número de eventos peligrosos.

P_X = Probabilidad de daño.

L_X = Pérdidas consecuentes.

El número de eventos peligrosos N_X se ve afectado por la densidad de descargas a tierra (DDT), por las características del objeto a proteger, los objetos que lo rodean y las características del suelo, entre otros. Se calcula con la siguiente expresión.

$$N_X=DDTA_XC_X$$

Donde:

A_X: Área equivalente.

C_X: Factor que toma en cuenta la influencia de la localización, factor ambiental o factor de corrección por presencia de transformadores.

La probabilidad de daño P_X se ve afectada por las características de la estructura a proteger y las medidas de protección aplicadas.

P_A: Valor de la probabilidad de lesiones a seres vivos a causa de las tensiones de paso o contacto por descargas directas a la estructura en función de las medidas de protección existentes. Varía entre 1 y 0,1. Ver Tabla 14 de NTC4552-2.

P_B: Valor de la probabilidad de daño a la estructura por descargas directas. Depende del nivel de protección contra rayos (NPR) y si la estructura está o no protegida. Varía entre 1 y 0,001. Ver Tabla 15 de NTC4552-2.

P_C: Valor de la probabilidad de daño de sistemas internos por impacto directo a la estructura. Depende del sistema coordinado de protección interno adoptado. Varía, dependiendo del NPR entre 1 y 0,001. Ver Tabla 16 de NTC4552-2.

P_M: Valor de la probabilidad de daño de sistemas internos por impactos cercanos a la estructura. Depende de las medidas de protección adoptadas, de acuerdo con el factor K_{MS} que a su vez depende de la eficacia del apantallamiento. Varía entre 1 y 0,0001. Ver Tabla 18 de NTC4552-2.

P_U: Valor de la probabilidad de lesiones a seres vivos a causa de tensiones de toque o paso por impactos sobre las acometidas de servicio. Depende de las características del apantallamiento del servicio; de la soportabilidad al impulso tipo rayo de los sistemas internos conectados al servicio; de medidas de protección como: notas de advertencia, restricciones de acceso, etc., y de los DPS conectados en la entrada de la acometida de servicio. Ver Tabla 19 y 16 de NTC4552-2.

P_V: Valor de la probabilidad de daños físicos a causa de impactos directos en las acometidas de servicio. Depende de las características del apantallamiento del servicio; de la soportabilidad al impulso tipo rayo de los sistemas y de los DPS instalados. Ver Tabla 19 y 16 de NTC4552-2.

P_W: Valor de probabilidad de daño de sistemas internos a causa de impactos directos en las acometidas de servicios. Depende de las características del apantallamiento del servicio; de la soportabilidad al impulso tipo rayo de los sistemas y de los DPS instalados. Ver Tabla 19 y 16 de NTC4552-2.

P_Z: Valor de la probabilidad de daño de sistemas internos a causa de impactos cercanos a las acometidas de servicios. Depende de las características del apantallamiento del servicio; de la soportabilidad al impulso tipo rayo de los sistemas y de las medidas de protección adoptadas. Ver Tabla 20 de NTC4552-2.

P'_B: Probabilidad que una descarga impacte a una estructura a la cual una acometida de servicio con conductores metálicos, pueda causar daños físicos. Ver Tabla 25 de NTC4552-2.

P'_C: probabilidad que una descarga impacte a una estructura a la cual una acometida de servicio con conductores metálicos, pueda causar fallas en los aparatos conectados. Está relacionada con la corriente de falla I_a. Ver Tabla 25 de NTC4552-2.

Las pérdidas L_X se ven afectadas por usos al cual se somete la estructura, afluencia de personas, tipo de servicios públicos, valor de los bienes afectados por daño o medidas aplicadas para limitar el monto de las pérdidas. L_X deberá ser valorada y ajustada por el ingeniero de diseño o por el propietario de la estructura.

El valor de las pérdidas L_X dependen de:

- El número de personas y el tiempo que estas permanecen en el lugar peligroso.
- El tipo e importancia del servicio público prestados.
- El valor de los bienes que se ven afectados por el daño.

Las pérdidas L_X varían según el tipo de pérdidas considerada (L_1, L_2, L_3 y L_4), y cada tipo de pérdida con el tipo de daño causado (D_1, D_2 y D_3).

Los siguientes símbolos son usados:

- L_t: Pérdidas debido a lesiones por tensiones de paso y contacto.
- L_f: Pérdidas debido a daños físicos.
- L_0: Pérdidas debido a fallas en sistemas internos.

El valor de L_t, L_f y L_0 puede ser determinado en términos del número relativo de víctimas, como lo indica la siguiente ecuación:

$$L_X = (n_p/n_t)(t_p/8760)$$

Donde:

n_p: Número de posibles personas en peligro (Víctimas).

n_t: Número total de personas esperadas en la estructura.

t_p: Tiempo en horas al año de permanencia de las personas en el lugar peligroso. Fuera de la estructura se evalúa únicamente L_t; en el interior de la estructura se evalúa (L_t, L_f y L_0).

Como se observa en las definiciones de (N, P, L) las características de la estructura y de sus acometidas de servicio al igual que las medidas de protección existentes influyen directamente en los componentes de riesgo. En la tabla 6.4 se indican los factores de principal interés en la determinación de los componentes de riesgo.

Tabla 6.4 Factores que influencian las componentes de riesgo.

	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z	R'_B	R'_C	R'_V	R'_W	R'_Z
Área efectiva	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistividad del terreno	X												
Resistividad del piso					X								
Restricciones físicas, aislamiento, señalización de advertencia, Equipotencialización del suelo	X												
SPR	X (1)	X	X (2)	X (2)	X (3)	X (3)							
Protección coordinada de DPSs			X	X			X	X	X	X	X	X	X
Apantallamiento espacial			X	X									
Apantallamiento de líneas externas					X	X	X	X					
Apantallamiento de líneas internas			X	X									
Rutas de evacuación			X	X									
Redes equipotencializadas			X										
Precaución contra fuego		X				X							
Sensores de fuego		X				X							
Peligros especiales		X				X							
Soportabilidad al impulso			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cable apantallado									X	X	X	X	X
Cable de guarda									X	X	X	X	X
Apantallamiento adicional de cables									X	X	X	X	X

NOTA 1 Solo donde las estructuras tenga columnas reforzadas, o las vigas son usadas como sistemas de conducción natural.
NOTA 2 Solo para SPR externos (Grillas o mallas externas SPR).
NOTA 3 Debido a uniones equipotenciales.

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

7. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO.

La evaluación de riesgo es un proceso iterativo en el cual se busca equilibrio entre varios factores que son:

- Nivel de protección
- Medidas de protección
- Implementación de un SIPRA económico

Estos tres factores deben ajustarse hasta cumplir con los valores de riesgo tolerables estipulados por la norma NTC 4552-2.

Lo primero que se debe hacer para evaluar el riesgo al cual está sometida una estructura o acometida de servicios, es establecer un nivel de protección con base en dos características como son:

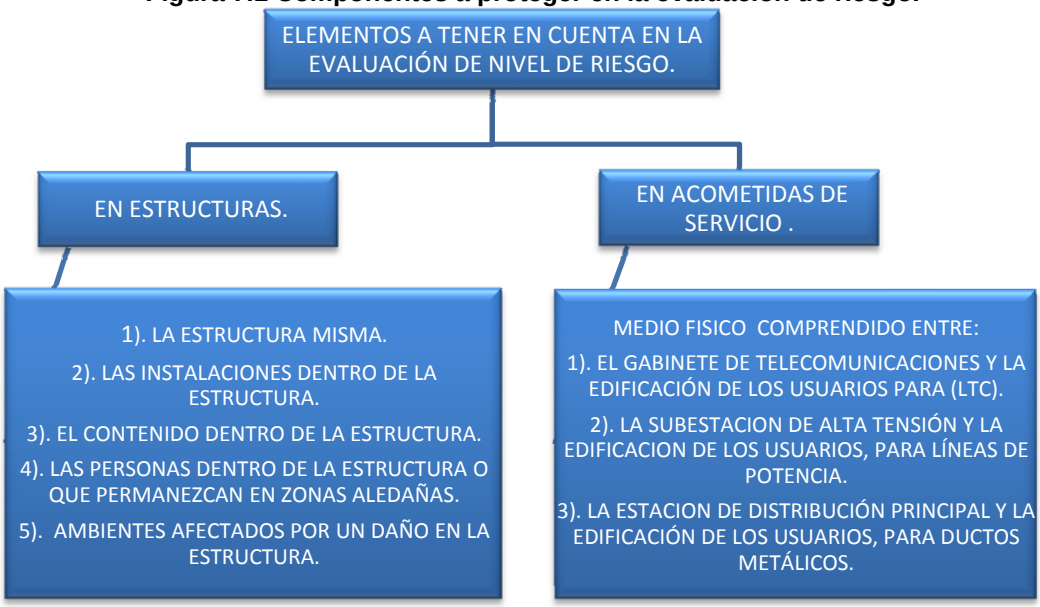
- Los parámetros de rayo.
- Índices que están relacionados con la estructura o acometida de servicios como el entorno, uso, contenido y ocupación.

En esta selección se tienen en cuenta los criterios y conocimientos del diseñador relacionados con las características mencionadas anteriormente. Cabe señalar que si la evaluación de riesgo no cumple con el riesgo tolerable se procede a implementar o mejorar medidas de protección óptimas y si no son suficientes se toma un nivel de protección con parámetros más seguros.

7.1 ELEMENTOS A SER CONSIDERADOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGO

Los elementos a ser tenidos en cuenta dentro del análisis de riesgo tanto en estructuras como en acometidas de servicio se muestran en la figura 7.1.

Figura 7.1 Componentes a proteger en la evaluación de riesgo.


ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA EVALUACIÓN DE NIVEL DE RIESGO.
EN ESTRUCTURAS.
EN ACOMETIDAS DE SERVICIO .
1). LA ESTRUCTURA MISMA.
2). LAS INSTALACIONES DENTRO DE LA ESTRUCTURA.
3). EL CONTENIDO DENTRO DE LA ESTRUCTURA.
4). LAS PERSONAS DENTRO DE LA ESTRUCTURA O QUE PERMANEZCAN EN ZONAS ALEDAÑAS.
5). AMBIENTES AFECTADOS POR UN DAÑO EN LA ESTRUCTURA.
MEDIO FISICO COMPRENDIDO ENTRE:
1). EL GABINETE DE TELECOMUNICACIONES Y LA EDIFICACIÓN DE LOS USUARIOS PARA (LTC).
2). LA SUBESTACION DE ALTA TENSIÓN Y LA EDIFICACION DE LOS USUARIOS, PARA LÍNEAS DE POTENCIA.
3). LA ESTACION DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL Y LA EDIFICACIÓN DE LOS USUARIOS, PARA DUCTOS METÁLICOS.

Fuente: Autores.

Además, los servicios a proteger incluyen las líneas equipadas y la terminación de éstas tales como:

- Multiplexores, amplificadores de potencia, unidades ópticas, medidores, equipos de terminación de líneas, etc.
- Dos centrales de conmutación, para LTC.
- Dos edificaciones de usuarios, para LTC, línea de señales.
- Sistemas de control, sistemas de seguridad, medidores, etc.

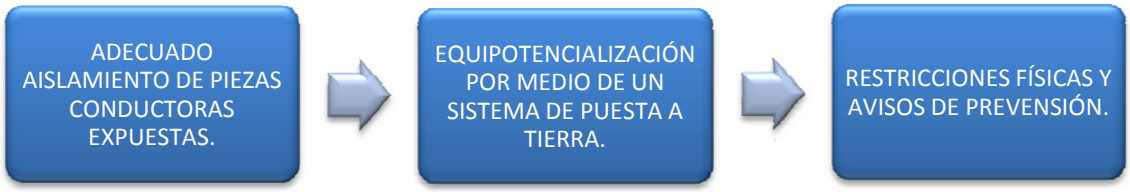
En la acometida de servicios a considerar, la protección no incluye la protección de los equipos de los usuarios o cualquier estructura terminada en la finalización de las acometidas de servicio.

7.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN UTILIZADAS PARA REDUCIR EL RIESGO R

Las medidas de protección adoptadas para reducir el riesgo se clasifican según el tipo de daño:

Las posibles medidas de protección para reducir lesiones en seres vivos causadas por tensiones de paso y de contacto en estructuras y acometidas de servicio se indican en la figura 7.2.

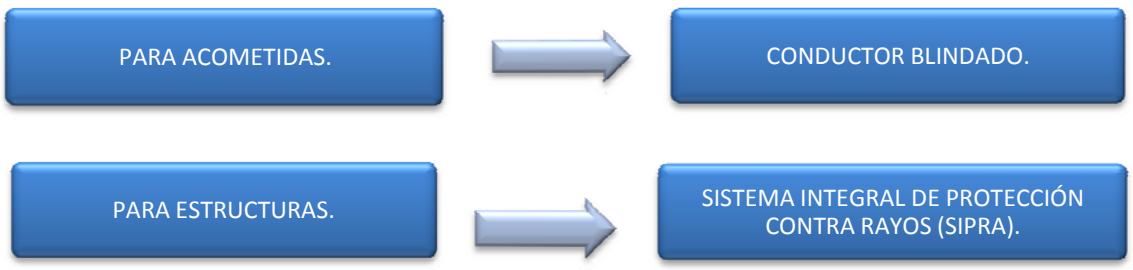
Figura 7.2 Medidas de protección para reducir lesiones en seres vivos.


ADECUADO AISLAMIENTO DE PIEZAS CONDUCTORAS EXPUESTAS.
EQUIPOTENCIALIZACIÓN POR MEDIO DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.
RESTRICCIONES FÍSICAS Y AVISOS DE PREVENSIÓN.

Fuente: Autores.

Daños físicos (fuego, explosión, destrucción mecánica, escape químico) causados por efectos de la corriente de rayo incluyendo chispas, son mitigados con medidas de protección como se muestra en la figura 7.3.

Figura 7.3 Medidas de protección para reducir daños físicos.

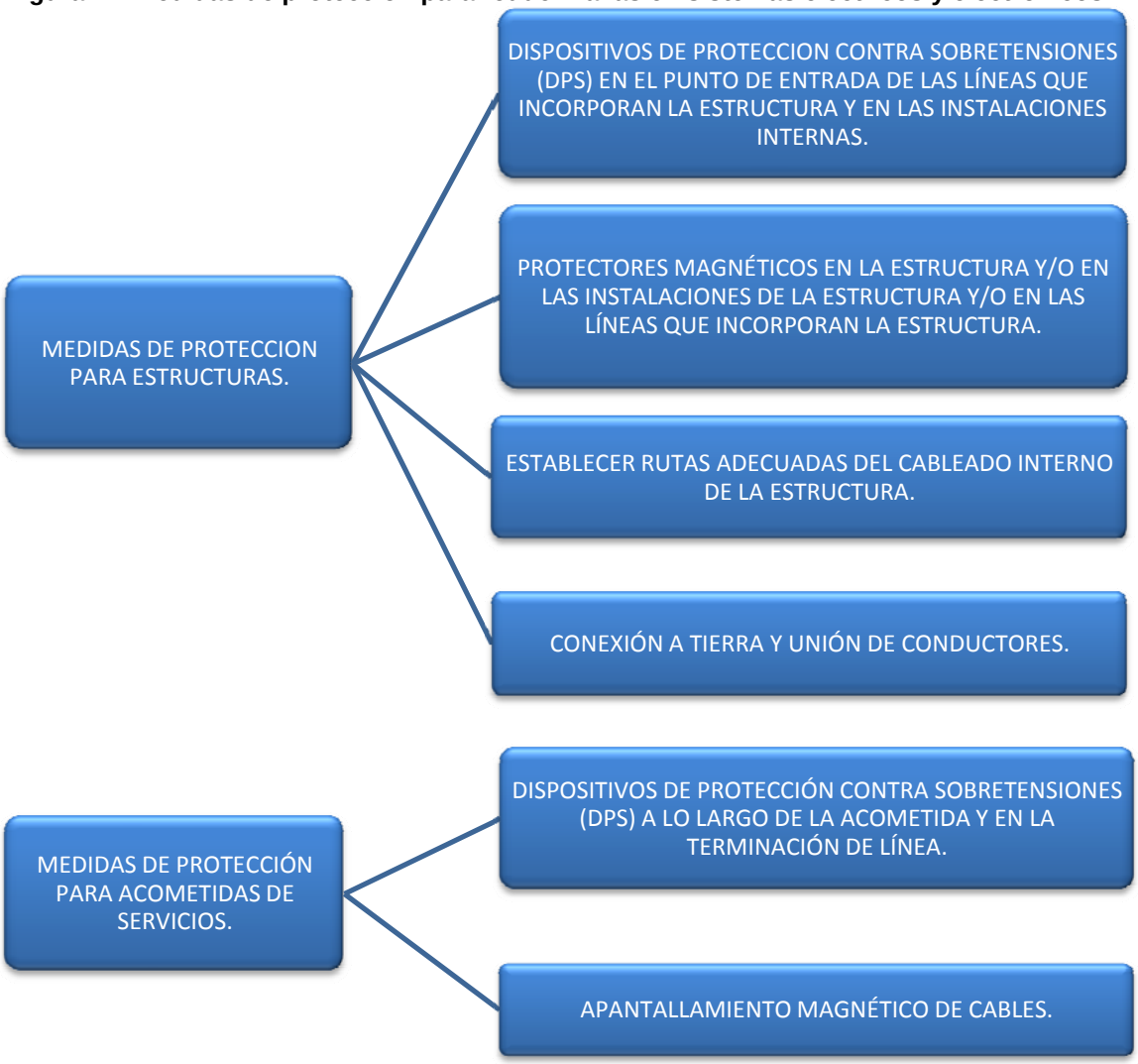


Fuente: Autores.

Daños producidos por fallas en sistemas eléctricos y electrónicos por impulso electromagnético de rayo, son reducidos por medidas de protección que pueden ser usadas solas o en combinación para estructuras como para acometidas de servicios.

La figura 7.4 representa una clasificación de las medidas de protección para reducir fallas en sistemas eléctricos y electrónicos tales como: DPS, protectores magnéticos, rutas de cableado y conexión a tierra para estructuras y DPS a lo largo de la acometida y la terminación de la línea junto al apantallamiento magnético de la línea para las acometidas de servicios.

Figura 7.4 Medidas de protección para reducir fallas en sistemas eléctricos y electrónicos.

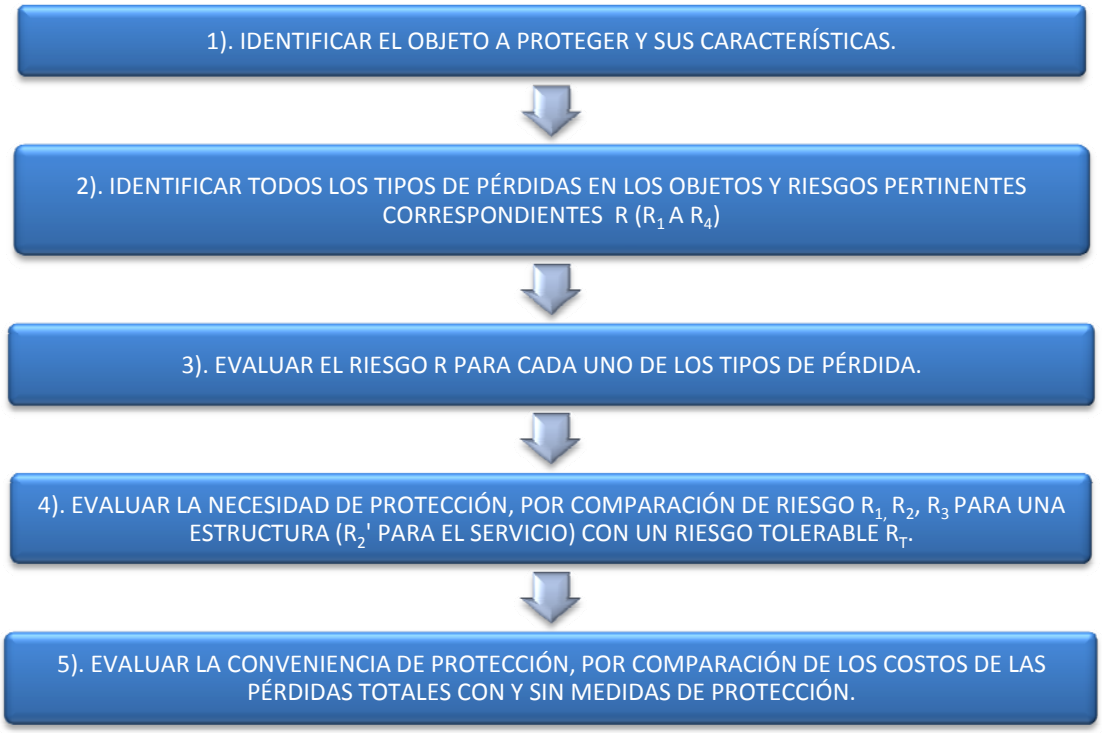

MEDIDAS DE PROTECCION PARA ESTRUCTURAS.
DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES (DPS) EN EL PUNTO DE ENTRADA DE LAS LÍNEAS QUE INCORPORAN LA ESTRUCTURA Y EN LAS INSTALACIONES INTERNAS.
PROTECTORES MAGNÉTICOS EN LA ESTRUCTURA Y/O EN LAS INSTALACIONES DE LA ESTRUCTURA Y/O EN LAS LÍNEAS QUE INCORPORAN LA ESTRUCTURA.
ESTABLECER RUTAS ADECUADAS DEL CABLEADO INTERNO DE LA ESTRUCTURA.
CONEXIÓN A TIERRA Y UNIÓN DE CONDUCTORES.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA ACOMETIDAS DE SERVICIOS.
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES (DPS) A LO LARGO DE LA ACOMETIDA Y EN LA TERMINACIÓN DE LÍNEA.
APANTALLAMIENTO MAGNÉTICO DE CABLES.

Fuente: Autores.

7.3 PROCEDIMIENTO BÁSICO.

La decisión para proteger una estructura o una acometida de servicio contra rayos, se realiza de acuerdo a la secuencia descrita en la figura 7.5.

Figura 7.5 Procedimiento básico de decisión de protección contra rayo.


1). IDENTIFICAR EL OBJETO A PROTEGER Y SUS CARACTERÍSTICAS.
2). IDENTIFICAR TODOS LOS TIPOS DE PÉRDIDAS EN LOS OBJETOS Y RIESGOS PERTINENTES CORRESPONDIENTES R (R_1 A R_4)
3). EVALUAR EL RIESGO R PARA CADA UNO DE LOS TIPOS DE PÉRDIDA.
4). EVALUAR LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN, POR COMPARACIÓN DE RIESGO R_1, R_2, R_3 PARA UNA ESTRUCTURA (R_2' PARA EL SERVICIO) CON UN RIESGO TOLERABLE R_T.
5). EVALUAR LA CONVENIENCIA DE PROTECCIÓN, POR COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE LAS PÉRDIDAS TOTALES CON Y SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

Fuente: Autores.

El nivel de riesgo tolerable es responsabilidad de la autoridad competente. Valores representativos de riesgo tolerable R_T donde descargas eléctricas atmosféricas involucran pérdida de vida humana y pérdidas de valores sociales y culturales, se muestran en la tabla 7.1.

Tabla 7.1 Valores de riesgo tolerable

Tipo de pérdida.	( )
Pérdidas de vida o lesiones permanentes.	
Pérdida de servicio público.	
Pérdida de patrimonio cultural.	

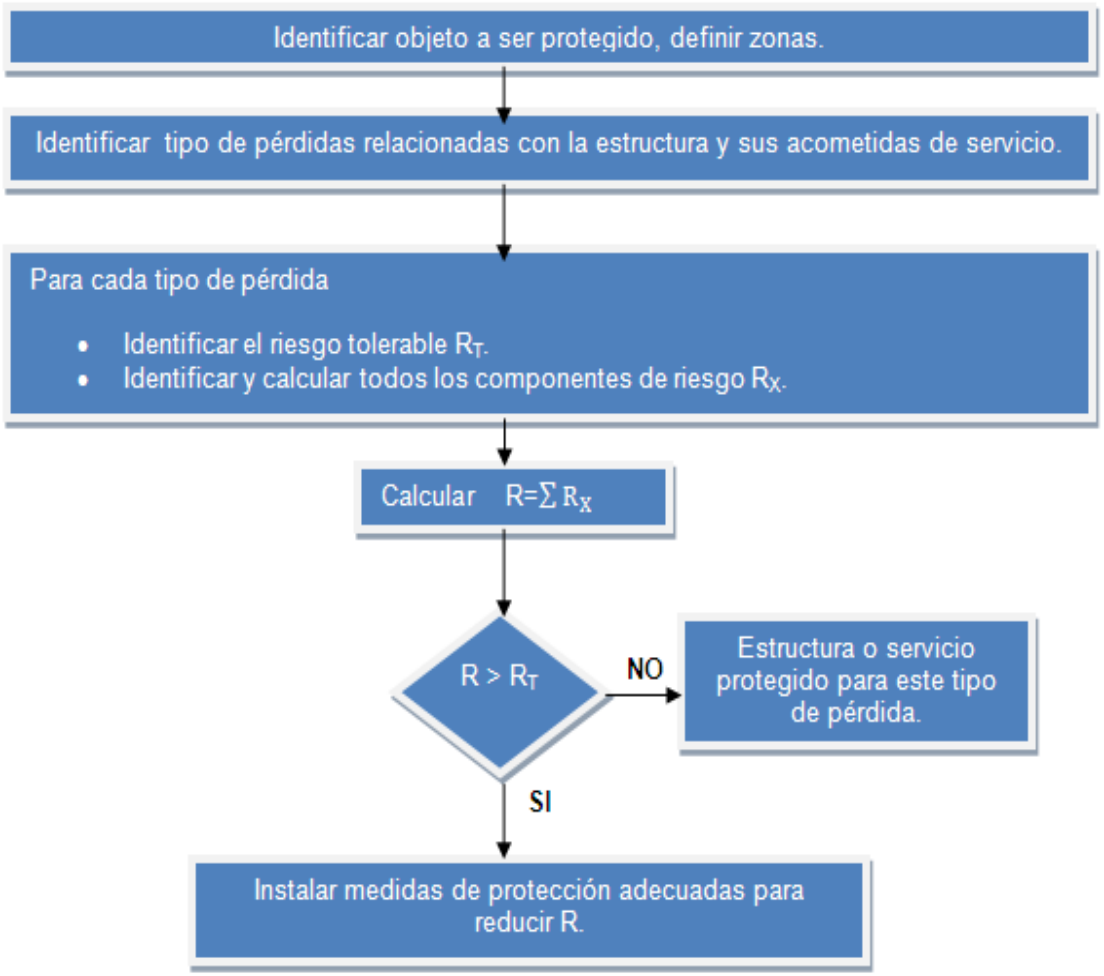
Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

7.4 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA RIESGO

Para poder realizar una evaluación de riesgo es indispensable conocer qué se desea proteger, definir las zonas de protección, identificar las posibles pérdidas presentes tanto en estructuras como en acometidas de servicios y los riesgos de que estas se presenten. El propósito es comparar estos riesgos de pérdidas con riesgos de pérdidas tolerables definidos en la tabla 7.1.

La medición del riesgo evaluado con respecto al riesgo tolerable para cada tipo de pérdida muestra si la estructura o el servicio de acometida están protegidos de cualquier tipo de pérdida (Numeral 6.1.3), de lo contrario se deben tomar medidas de protección adecuadas (Numeral 7.2) para reducir el riesgo. En la figura 7.6 se muestra una metodología general para la decisión de necesidad de protección.

Figura 7.6 procedimiento para la decisión de necesidad de protección.


Identificar objeto a ser protegido, definir zonas.
Identificar tipo de pérdidas relacionadas con la estructura y sus acometidas de servicio.
Para cada tipo de pérdida
Identificar el riesgo tolerable R_T.
Identificar y calcular todos los componentes de riesgo R_X.
Calcular $R=\sum R_X$
$R > R_T$
NO
Estructura o servicio protegido para este tipo de pérdida.
SI
Instalar medidas de protección adecuadas para reducir R.

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

En caso de que se deban implementar medidas de protección para reducir el riesgo R en estructuras y acometidas de servicio se deben observar cada una de las componentes de riesgo R_A a R_Z con el fin de determinar cuál o cuáles son las componentes de riesgo con valores más altos. Una vez determinadas las componentes de riesgo más significativas se realizan las acciones para reducir el riesgo asociado. El nivel de protección contra rayos NPR define las medidas de protección a implementar y el tipo de dispositivos de protección así como cada una de las medidas que podrán mitigar los efectos asociados a las descargas eléctricas atmosféricas.

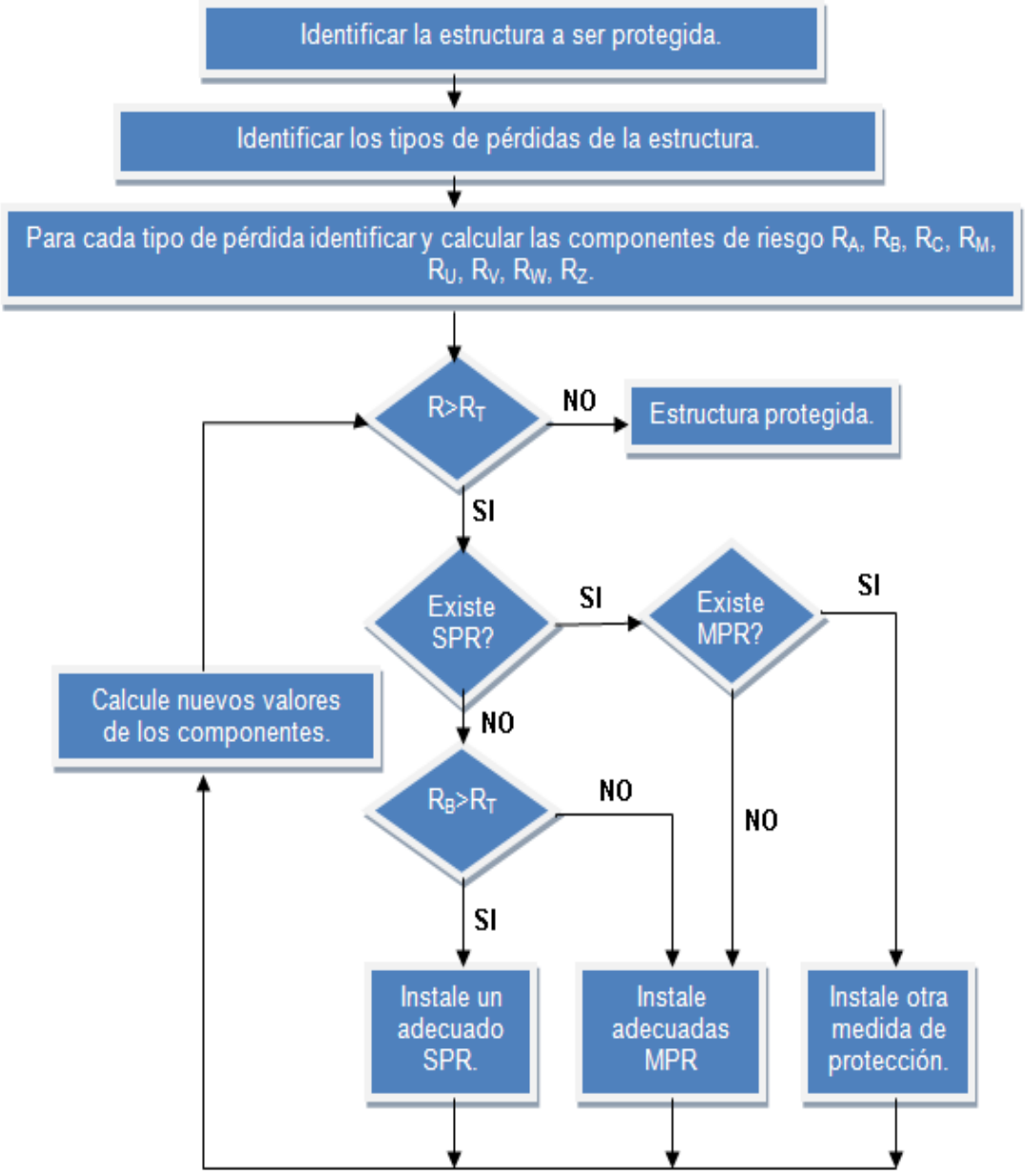
El valor de la eficiencia de las medidas de protección implementadas se asume igual a la probabilidad con la cual los parámetros de rayos se encuentran dentro de los rangos establecidos (Véase Tabla 7 NTC 4552-1). Teniendo en cuenta las medidas de protección a implementar, nuevamente se realiza la evaluación de riesgo, considerando los cambios necesarios y se compara con el valor de riesgo tolerable hasta obtener un valor de riesgo presente en la estructura que sea menor o igual al valor de riesgo tolerable.

La solución adoptada será seleccionada teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como económicos.

En la figura 7.7 se muestra el procedimiento para seleccionar medidas de protección en la estructura si es necesario. Este procedimiento se basa en la comparación del riesgo evaluado con un riesgo tolerable, la posterior decisión de implementar un sistema de protección, adoptar medidas de protección y si ya existen cambiarlas por una más eficiente, recalcular componentes de riesgo y hacer el proceso hasta reducir el riesgo a un valor permisible.

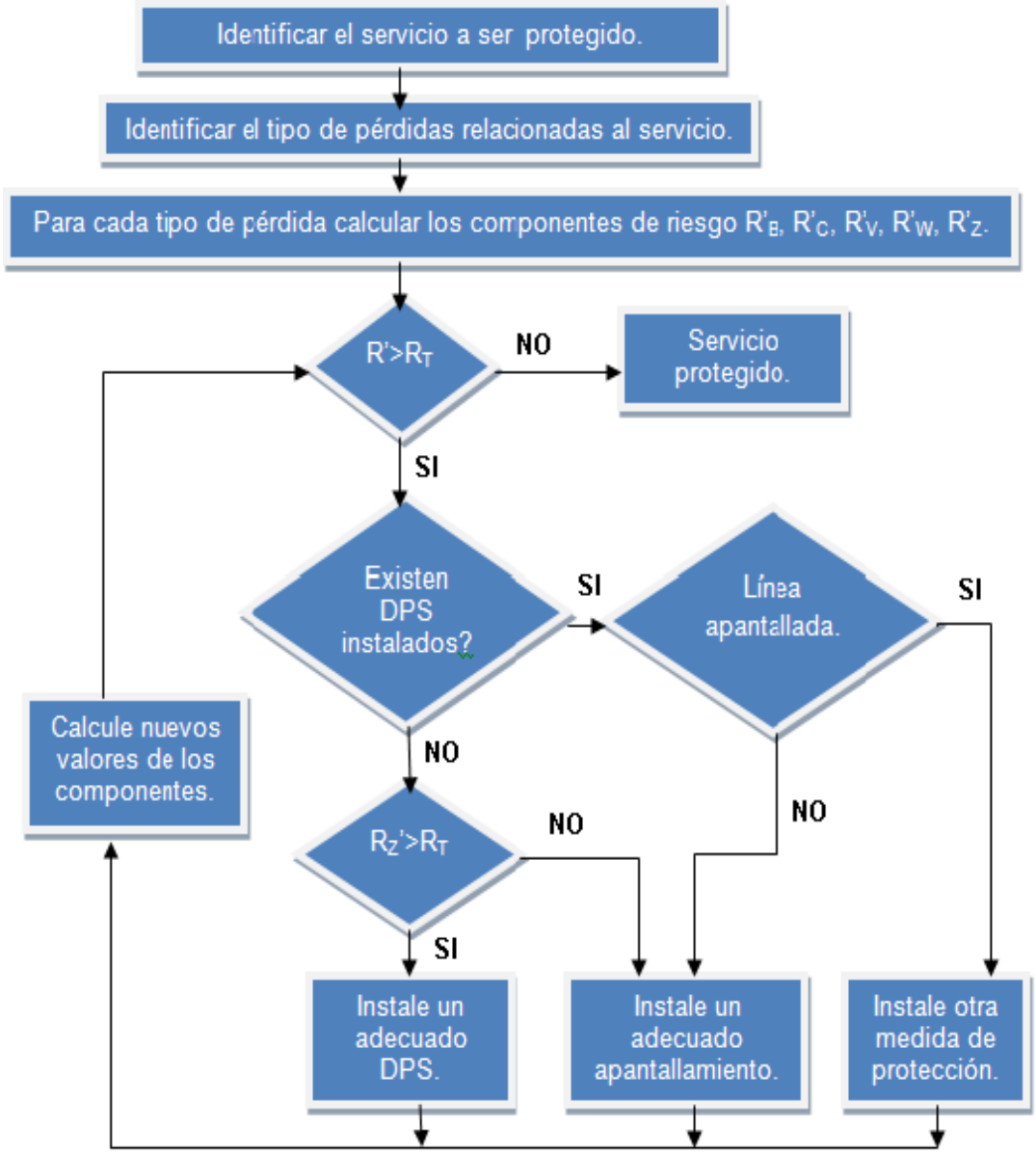
La figura 7.8 muestra el procedimiento para seleccionar medidas de protección en las acometidas de servicios. El concepto de selección es similar al anterior pero tomando elementos propios como son los DPS y el apantallamiento de las líneas.

Figura 7.7 Procedimiento para la selección de medidas de protección en la estructura.



Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

Figura 7.8 procedimiento para la selección de las medidas de protección en los servicios.



Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

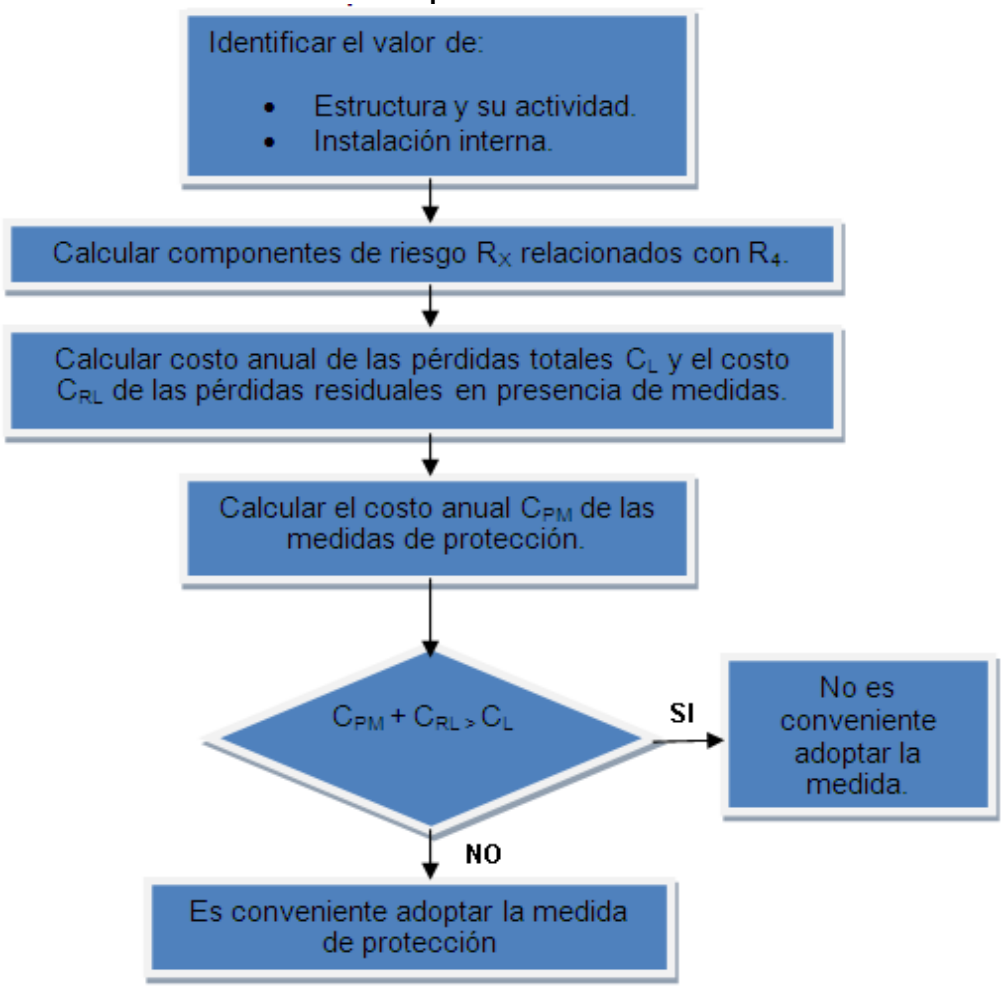
7.5 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CONVENIENCIA ECONÓMICA DE PROTECCIÓN.

La evaluación de las componentes de riesgo R_4 para una estructura y R'_4 para una acometida de servicio, permitirá al usuario evaluar el costo económico de las pérdidas con y sin medidas de protección aplicadas.

Para evaluar la conveniencia económica de la protección se requiere conocer el valor económico de la estructura y la actividad que en esta se realice como también el costo de la instalación interna.

En la figura 7.9 se indica el procedimiento para la decisión de conveniencia económica de una medida de protección.

Figura 7.9 Procedimiento para la decisión de la conveniencia económica de una medida de protección.


Identificar el valor de:
Estructura y su actividad.
Instalación interna.
Calcular componentes de riesgo R_X relacionados con R_4.
Calcular costo anual de las pérdidas totales C_L y el costo C_{RL} de las pérdidas residuales en presencia de medidas.
Calcular el costo anual C_{PM} de las medidas de protección.
$C_{PM} + C_{RL} > C_L$
SI
No es conveniente adoptar la medida.
NO
Es conveniente adoptar la medida de protección

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

8. INTERFAZ GRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO

8.1 NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA

La evaluación de riesgo se hace con base en el cálculo de las componentes de riesgo y estas a su vez se desarrollan con base en el número anual de eventos

peligrosos, probabilidades de daño y cantidad de perdidas. Cada uno de los factores anteriores se asocia con valores fijos, promedios y expresiones matemáticas establecidos por la norma NTC 4552-2, los cuales van variando de acuerdo a la fuente de daño (si el punto de impacto es en la estructura o en la acometida) y al tipo de pérdida (vida humana, servicio público, patrimonio cultural y económica). Toda esta variación de situaciones representa un conjunto de más de cien expresiones matemáticas, lo cual sería muy engorroso manejar a la hora de asignar medidas de protección para mejorar el sistema de protección disminuyendo las componentes de riesgo.

8.2 CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA

La herramienta para la evaluación de riesgo consiste en una interfaz gráfica desarrollada en GUIDE de Matlab teniendo en cuenta el diagrama de flujo de la figura 7.6. La versión de Matlab usada para el desarrollo de la interfaz fue la versión 7.0.4.365. La herramienta se encuentra en una carpeta denominada EVALUACION_RIESGO la cual contiene los siguientes archivos y carpetas:

- EVALUACION_RIESGO.fig: Este es el archivo principal de la interfaz gráfica y es el que se debe abrir para correr la herramienta. Contiene la estructura gráfica del GUI que contiene esta parte del programa.
- EVALUACION_RIESGO.m: Este archivo se genera automáticamente al crear EVALUACION_RIESGO.fig y contiene un conjunto de instrucciones que permiten que la interfaz trabaje.
- N_ANUAL_EVENTOS: Esta carpeta contiene un GUI (archivo .fig y su respectivo .m) relacionado con la evaluación del número anual N_x de eventos peligrosos.
- PROBABILIDAD_PX: Esta carpeta contiene un GUI (archivo .fig y su respectivo .m) relacionado con la evaluación de la probabilidades de daño.
- EVAL_PU_PV_PW_PZ: Esta carpeta contiene un GUI (archivo .fig y su respectivo .m) relacionado con la evaluación de la probabilidades de daño que dependen de las características de la acometida.
- PERDIDAS_LX: Esta carpeta contiene un GUI (archivo .fig y su respectivo .m) relacionado con la evaluación de la cantidad de pérdidas L_x.
- RESULTADOS_RIESGO: Esta carpeta contiene un GUI (archivo .fig y su respectivo .m) relacionado con la muestra de los resultados de riesgo y de las componentes de riesgo.
- SELECCION_COMPONENTES: Esta carpeta contiene una GUI (archivo .fig y su respectivo .m) con la evaluación de componentes.

Cada una de las carpetas y estructuras GUI descritas anteriormente contienen los valores, parámetros, formulas matemáticas y secuencias lógicas de selección estipulados en la norma NTC 4552-2 correspondiente al manejo del riesgo.

8.3 FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ. MANUAL DEL USUARIO.

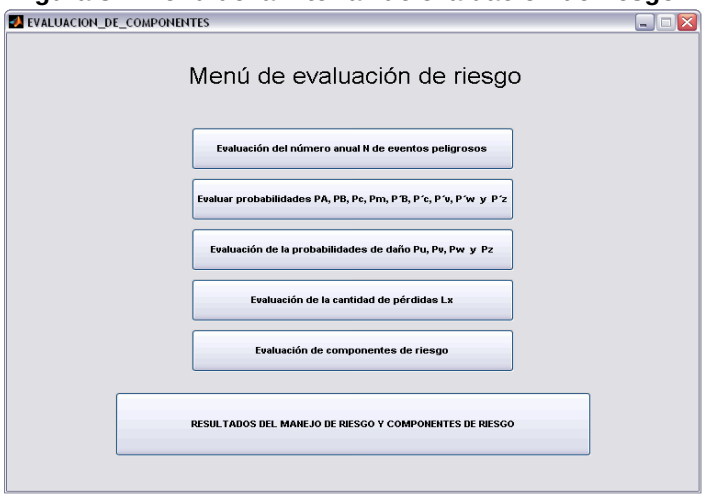
La interfaz se encuentra en la carpeta EVALUACION_RIESGO, esta carpeta no se debe mover cuando se está corriendo el programa, pero antes de correrlo se puede colocar en cualquier directorio del pc y corre sin ningún problema si se tiene matlab instalado. Para correr el programa se hace doble click en el archivo EVALUACION_RIESGO.fig y aparece la ventana de presentación del programa:

Figura 8.1 Presentación de la interfaz de análisis de riesgo.

Fuente: Autores.

Se hace click en el botón evaluación de las componentes de riesgo que nos muestra el siguiente menú de evaluación de riesgo:

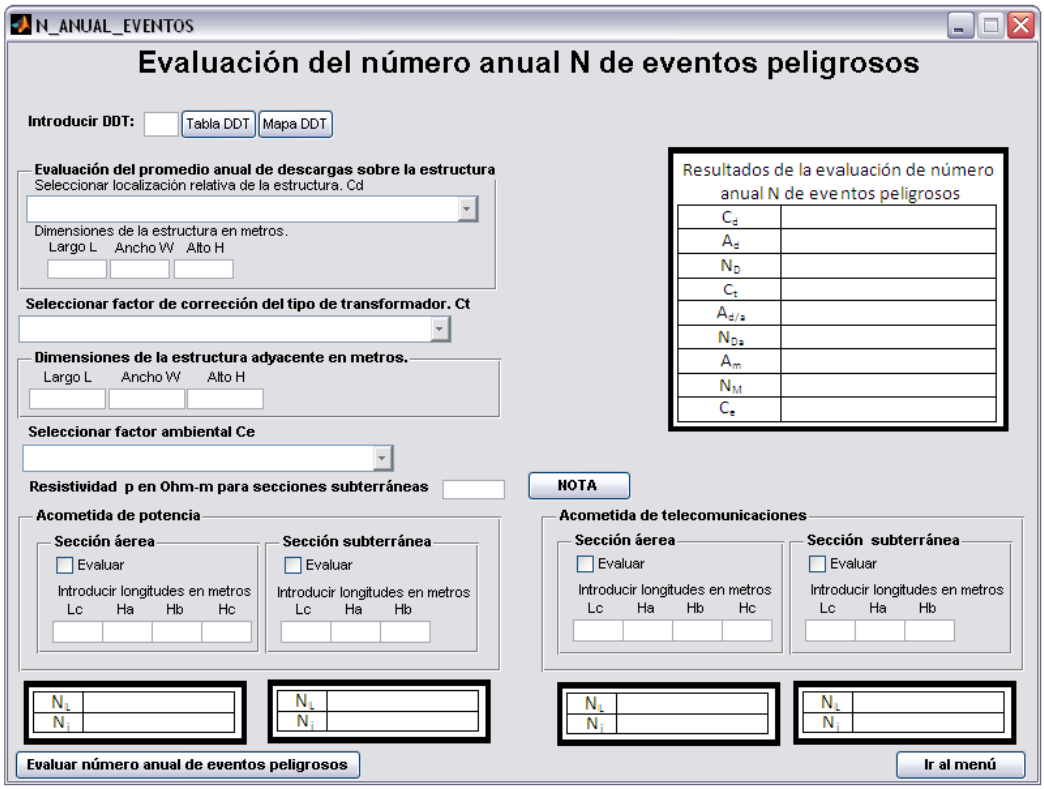
Figura 8.2 Menú de la interfaz de evaluación de riesgo.


EVALUACION_DE_COMPONENTES
Menú de evaluación de riesgo
Evaluación del número anual N de eventos peligrosos
Evaluar probabilidades PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´u, P´w y P´z
Evaluación de la probabilidades de daño Pu, Pv, Pw y Pz
Evaluación de la cantidad de pérdidas Lx
Evaluación de componentes de riesgo
RESULTADOS DEL MANEJO DE RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO

Fuente: Autores.

La evaluación consiste en hallar todos los números N_X anuales de eventos peligros, las probabilidades de daño P_X y las cantidades de pérdidas L_X, para después pasar a los resultados de riesgo y las respectivas componentes. Primero se empieza con el botón evaluación del número N de eventos peligrosos que nos muestra la siguiente figura:

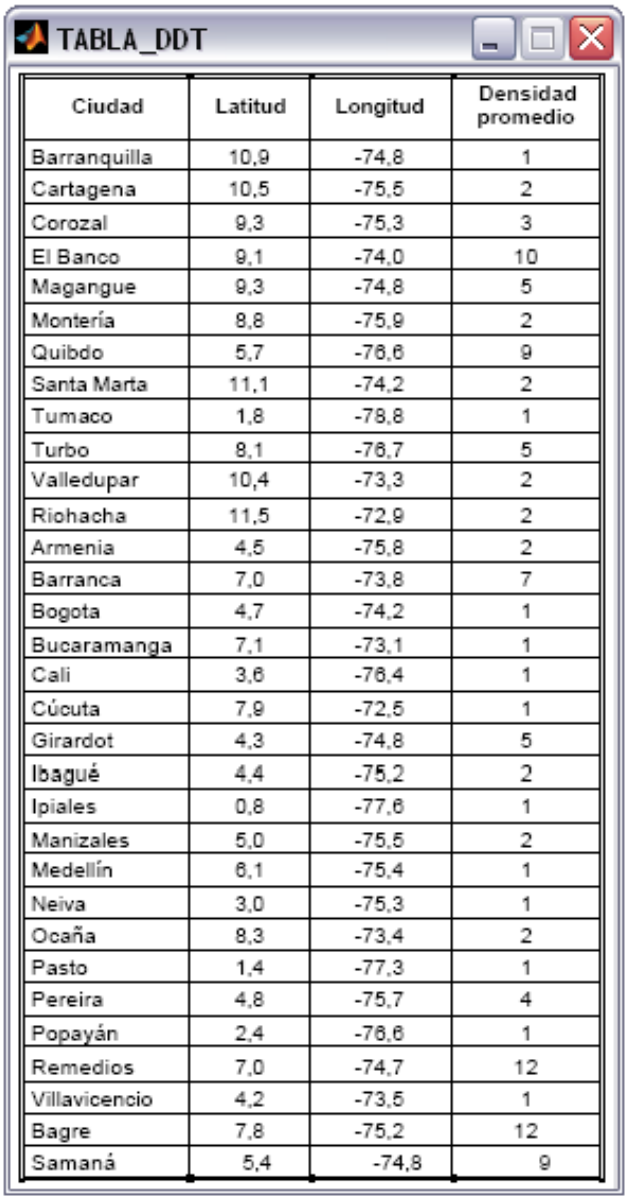
Figura 8.3 Evaluación del número anual de eventos peligrosos.



Fuente: Autores.

Esta imagen muestra los datos necesarios para hacer la evaluación del número anual de eventos peligrosos. Se introduce la densidad de rayos a tierra que se encuentra al pulsar el botón tabla DDT que muestra la tabla de densidades de descargas a tierra estipulada por la norma NTC 4552-1. Esta tabla se muestra en la siguiente figura:

Figura 8.4 Densidad de rayos a tierra.



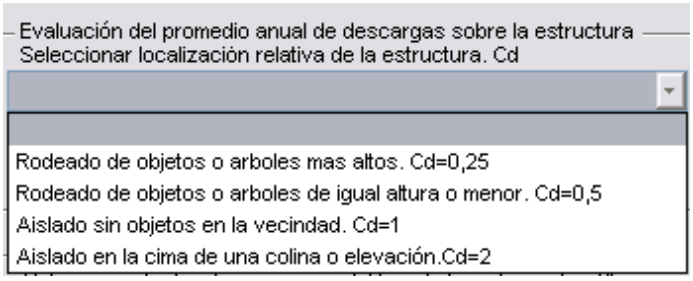
TABLA_DDT

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Barranquilla	10,9	-74,8	1
Cartagena	10,5	-75,5	2
Corozal	9,3	-75,3	3
El Banco	9,1	-74,0	10
Magangue	9,3	-74,8	5
Montería	8,8	-75,9	2
Quibdo	5,7	-76,6	9
Santa Marta	11,1	-74,2	2
Tumaco	1,8	-78,8	1
Turbo	8,1	-76,7	5
Valledupar	10,4	-73,3	2
Riohacha	11,5	-72,9	2
Armenia	4,5	-75,8	2
Barranca	7,0	-73,8	7
Bogota	4,7	-74,2	1
Bucaramanga	7,1	-73,1	1
Cali	3,6	-76,4	1
Cúcuta	7,9	-72,5	1
Girardot	4,3	-74,8	5
Ibagué	4,4	-75,2	2
Ipiales	0,8	-77,6	1
Manizales	5,0	-75,5	2
Medellín	6,1	-75,4	1
Neiva	3,0	-75,3	1
Ocaña	8,3	-73,4	2
Pasto	1,4	-77,3	1
Pereira	4,8	-75,7	4
Popayán	2,4	-76,6	1
Remedios	7,0	-74,7	12
Villavicencio	4,2	-73,5	1
Bagre	7,8	-75,2	12
Samaná	5,4	-74,8	9

Fuente: Norma técnica colombiana 4552-2.

Luego en el recuadro de evaluación promedio anual de descargas sobre la estructura se selecciona la ubicación relativa de la estructura que presenta el menú de la siguiente manera:

Figura 8.5 Menú de evaluación del promedio anual de descargas sobre la estructura.


Evaluación del promedio anual de descargas sobre la estructura
Seleccionar localización relativa de la estructura. Cd
Rodeado de objetos o arboles mas altos. Cd=0,25
Rodeado de objetos o arboles de igual altura o menor. Cd=0,5
Aislado sin objetos en la vecindad. Cd=1
Aislado en la cima de una colina o elevación.Cd=2

Fuente: Autores.

Se introducen las dimensiones de la estructura de uso final y de la estructura adyacente más cercana en metros. Si la estructura es aislada sin objetos en la vecindad las dimensiones de la estructura adyacente se hacen cero. Se selecciona el factor ambiental y se introducen la resistividad del terreno para acometida subterránea. Por último se seleccionan los casos a evaluar y se introducen los siguientes datos para cada caso:

- Hc : Altura sobre la tierra de los conductores del servicio en metros.
- Lc: Longitud en metros de la sección de la acometida de servicio de la estructura al primer nodo. Un valor máximo 1000 metros puede asumirse sin no se conoce según la norma NTC 4552-2.
- Ha: Altura en metros de la estructura de donde proviene la acometida de servicio.
- Hb: Altura en metros del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio.
- ρ: Resistividad del terreno donde la acometida es enterrada en Ω*m. El máximo es 500 Ω*m. Si no se conoce puede asumirse de acuerdo a la norma NTC 4552-2 el valor máximo.

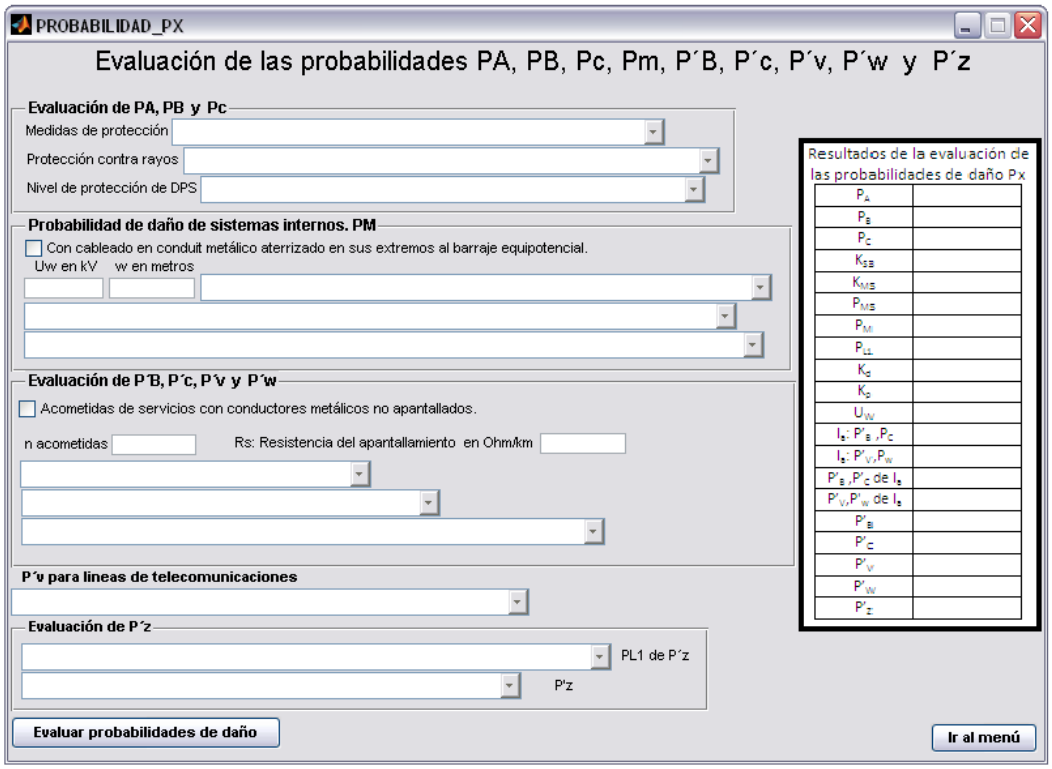
Los casos a evaluar que se pueden seleccionar son:

- Acometida de potencia. Sección aérea.
- Acometida de potencia. Sección subterránea.
- Acometida de telecomunicaciones. Sección aérea.
- Acometida de telecomunicaciones. Sección subterránea.

Al introducir todos los datos se presiona el botón evaluar número anual de eventos peligrosos. Los resultados se muestran en los respectivos recuadros.

Por último se selecciona el botón ir al menú que dirige al menú de evaluación de riesgo y se selecciona evaluación de las probabilidades de daño P_A, P_B, P_C, P_M, P'_B, P'_C, P'_V, P'_W y P'_Z que muestra la siguiente figura:

Figura 8.6 Evaluación P_A, P_B, P_C, P_M, P'_B, P'_C, P'_V, P'_W y P'_Z.


PROBABILIDAD_PX
Evaluación de las probabilidades PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´v, P´w y P´z
Evaluación de PA, PB y Pc
Medidas de protección
Protección contra rayos
Nivel de protección de DPS
Probabilidad de daño de sistemas internos. PM
Con cableado en conduit metálico aterrizado en sus extremos al barraje equipotencial.
Uw en kV
w en metros
Evaluación de P´B, P´c, P´v y P´w
Acometidas de servicios con conductores metálicos no apantallados.
n acometidas
Rs: Resistencia del apantallamiento en Ohm/km
P´v para lineas de telecomunicaciones
Evaluación de P´z
PL1 de P´z
P'z
Evaluar probabilidades de daño
Ir al menú
Resultados de la evaluación de las probabilidades de daño Px

Fuente: Autores.

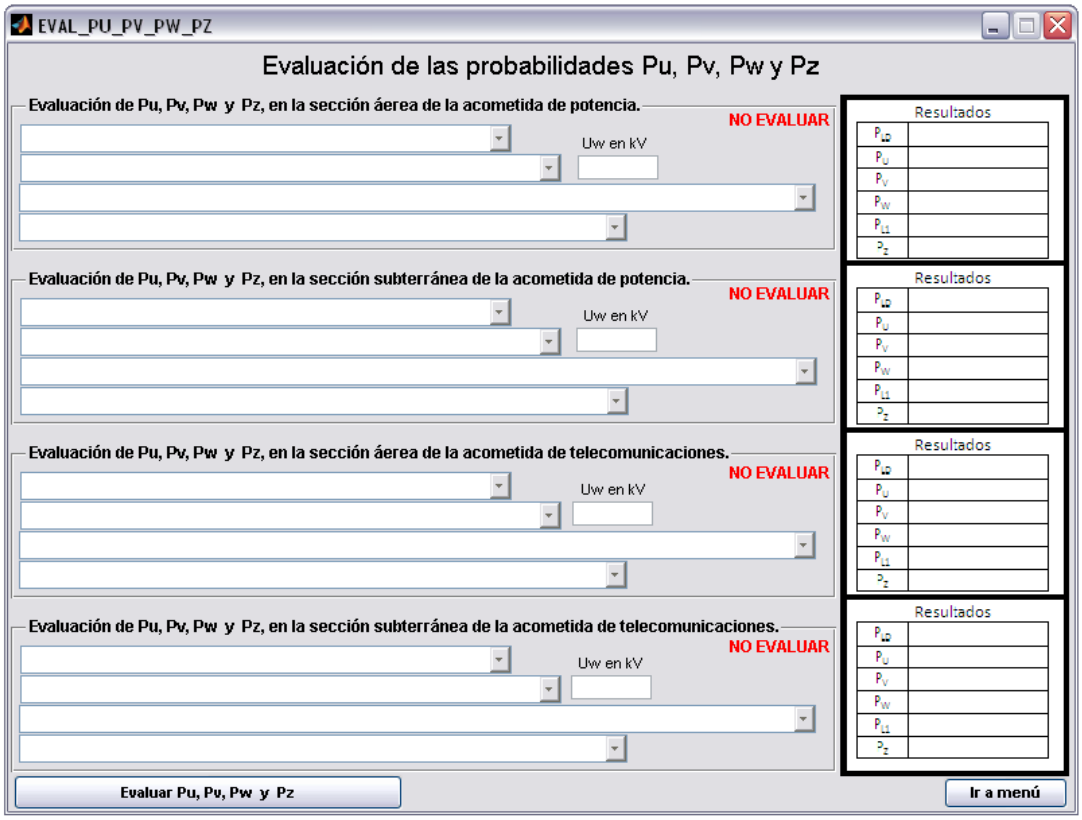
Esta GUI contiene cuatro recuadros de evaluación relacionados con:

- Evaluación de P_A, P_B y P_C.
- Probabilidad de daños en sistemas internos. P_M.
- Evaluación de P'_B, P'_C, P'V y P'_W
- Evaluación de P'_Z.

Se llena la GUI con los datos respectivos en cada recuadro y se pulsa el botón evaluar probabilidad de daño, los datos y resultados correspondientes aparecen en el recuadro de la derecha.

Se regresa al menú de evaluación y se continúa con la evaluación de las probabilidades de daño P_U, P_V, P_W y P_Z. La imagen correspondiente se encuentra en la siguiente figura:

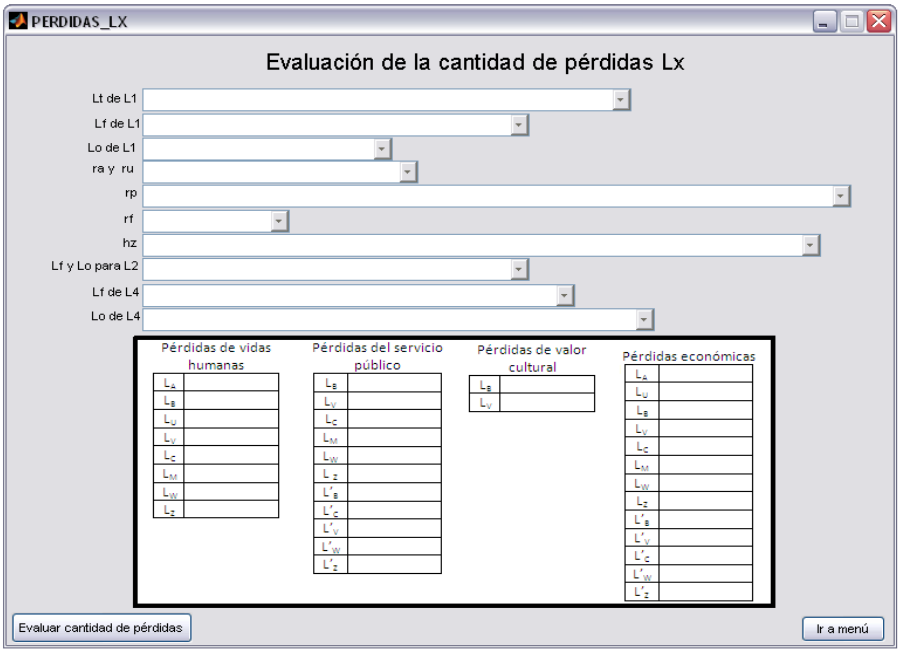
Figura 8.7 Evaluación de P_U, P_V, P_W y P_Z.


EVAL_PU_PV_PW_PZ
Evaluación de las probabilidades Pu, Pv, Pw y Pz
Evaluación de Pu, Pv, Pw y Pz, en la sección áerea de la acometida de potencia.
NO EVALUAR
Uw en kV
Evaluación de Pu, Pv, Pw y Pz, en la sección subterránea de la acometida de potencia.
NO EVALUAR
Uw en kV
Evaluación de Pu, Pv, Pw y Pz, en la sección áerea de la acometida de telecomunicaciones.
NO EVALUAR
Uw en kV
Evaluación de Pu, Pv, Pw y Pz, en la sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones.
NO EVALUAR
Uw en kV
Resultados
Resultados
Resultados
Resultados
Evaluar Pu, Pu, Pw y Pz
Ir a menú

Fuente: Autores.

En esta evaluación solo se tienen en cuenta los casos seleccionados en la evaluación de los eventos peligrosos como se indica el resaltado rojo de cada recuadro. Si se selecciono anteriormente marca 'EVALUAR' y de lo contrario marca NO EVALUAR. Después de evaluar los casos correspondientes se regresa al menú y se procede a evaluar la cantidad de pérdidas Lx. La evaluación corresponde a la siguiente figura:

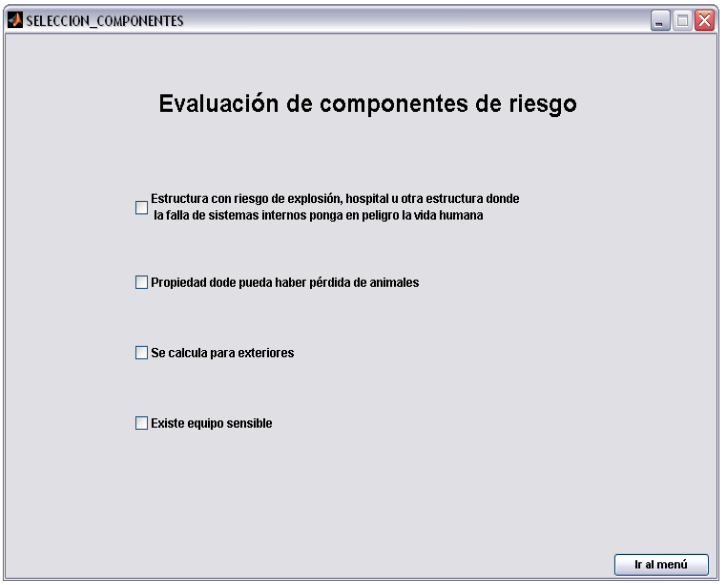
Figura 8.8: Evaluación de la cantidad de pérdidas Lx.



Fuente: Autores.

Se regresa al menú de evaluación y se continúa con la evaluación de las componentes de riesgo. La imagen correspondiente se encuentra en la siguiente figura:

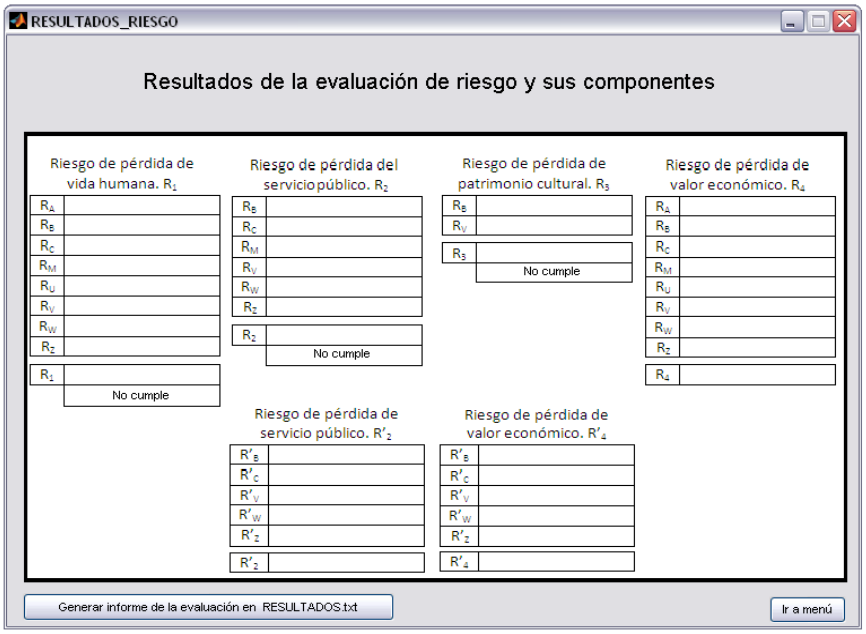
Figura 8.9: Evaluación de las componentes de riesgo.


SELECCION_COMPONENTES
Evaluación de componentes de riesgo
Estructura con riesgo de explosión, hospital u otra estructura donde la falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana
Propiedad dode pueda haber pérdida de animales
Se calcula para exteriores
Existe equipo sensible
Ir al menú

Fuente: Autores.

Por último al regresar al menú evaluación se procede a ver los resultados de la evaluación de riesgo. Para esto se pulsa el botón resultados del manejo de riesgo y componentes de riesgo. Que muestra la siguiente figura:

Figura 8.10 Resultados de la evaluación de riesgo.


RESULTADOS_RIESGO
Resultados de la evaluación de riesgo y sus componentes
Riesgo de pérdida de vida humana. R1
Riesgo de pérdida del servicio público. R2
Riesgo de pérdida de patrimonio cultural. R3
Riesgo de pérdida de valor económico. R4
No cumple
No cumple
Riesgo de pérdida de servicio público. R'2
Riesgo de pérdida de valor económico. R'4
Generar informe de la evaluación en RESULTADOS.txt
Ir a menú

Fuente: Autores.

Esta figura muestra los resultados de toda la evaluación de riesgo y sus respectivas componentes. En la parte inferior derecha de la GUI se encuentra el botón de generar resultados que genera un informe escrito con los resultados de la evaluación de riesgo en un archivo llamado RESULTADOS.txt. Este archivo se crea al pulsar el botón de resultados en la carpeta RESULTADOS_RIESGO que contiene el programa.

8.4 EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE RIESGO HOSPITAL

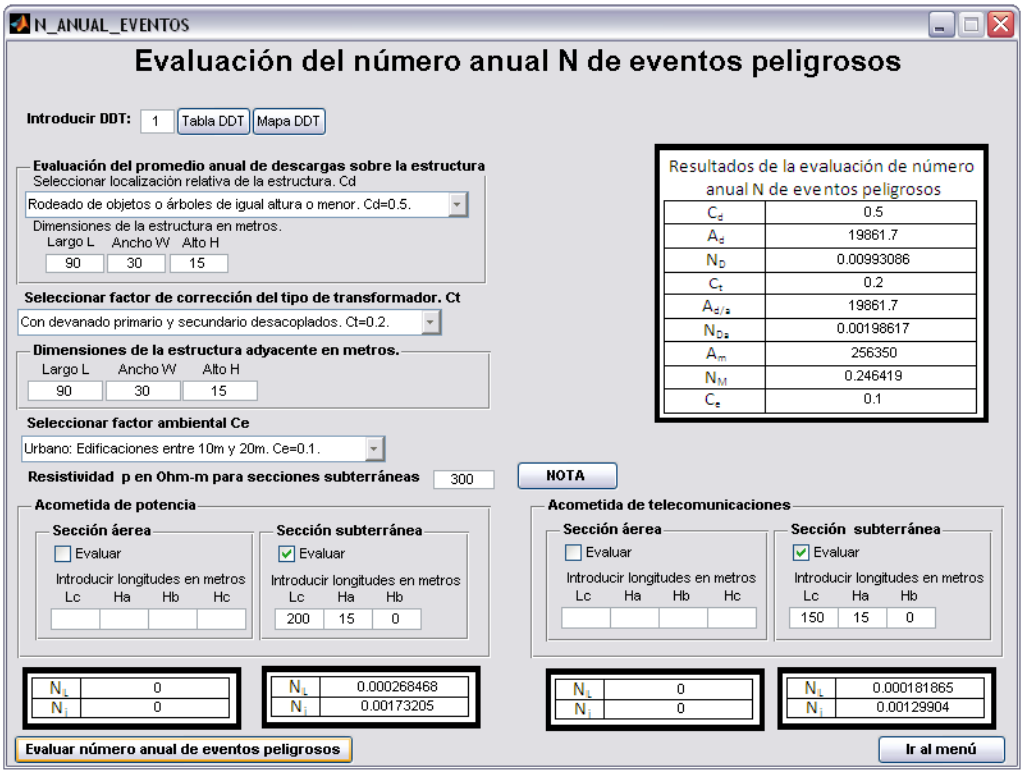
Como ejemplo tipo de uso de la herramienta se realizó la evaluación de riesgo de un bloque de un hospital. El hospital se encuentra conformado por dos bloques de iguales dimensiones. Las características de la estructura y de las acometidas son:

- Dimensiones de los bloques: Largo = 90 m. Ancho = 30 m. Alto = 15 m.
- Ubicación: Rodeado por objetos de la misma altura.
- DDT: 1 rayo/km^2 año.
- Resistividad de suelo: 300 Ωm.
- Tipo de piso: Cerámica.
- Riesgo de fuego: Cilindros y ductos de oxigeno.

- Protección contra fuego: Extintores, alarma y métodos convencionales.
- Tipo de transformador: Convencional
- Acometida de energía: Subterránea de energía y subterránea de telecomunicaciones.
- Ambiente: Urbano.
- Medidas de protección: Cumple con aislamiento, equipotencialización y avisos de advertencia.
- Ancho de la malla de puesta a tierra: 10 m
- Apantallamiento: Aterrizado con impedancia de 5 Ω/km.
- Sistema interno: Tiene sistema coordinado de protecciones y DPSs que cumplen con la normativa vigente.

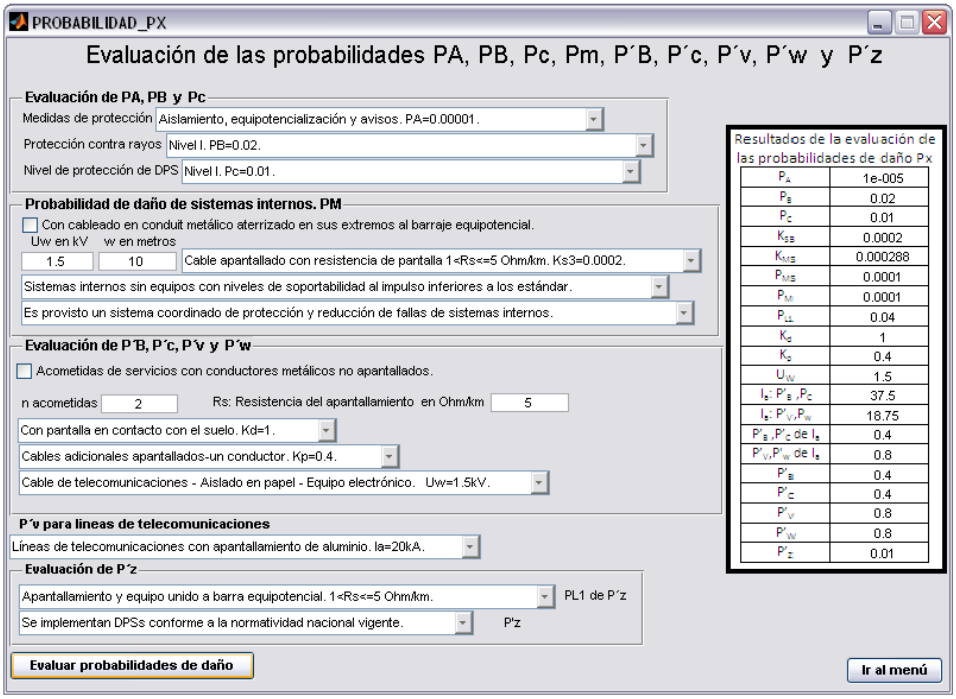
Para realizar la evaluación de riesgo se llena la interfaz con los datos correspondientes al bloque 1. Por ser un hospital se toman las mejores medidas de protección posibles. Se hace la evaluación con un nivel de protección I, ya que de acuerdo a las características de la estructura, las acometidas y el servicio prestado este es el nivel apropiado. Los datos correspondientes a la evaluación de eventos peligrosos, probabilidades de daño y cantidad de pérdidas con sus respectivos resultados en la interfaz se muestran en las siguientes figuras:

Figura 8.11 Evaluación del número anual de eventos peligrosos del bloque 1 del hospital.


N_ANUAL_EVENTOS
Evaluación del número anual N de eventos peligrosos
Introducir DDT: 1 Tabla DDT Mapa DDT
Evaluación del promedio anual de descargas sobre la estructura
Seleccionar localización relativa de la estructura. Cd
Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor. Cd=0.5.
Dimensiones de la estructura en metros.
Largo L 90 Ancho W 30 Alto H 15
Seleccionar factor de corrección del tipo de transformador. Ct
Con devanado primario y secundario desacoplados. Ct=0.2.
Dimensiones de la estructura adyacente en metros.
Largo L 90 Ancho W 30 Alto H 15
Seleccionar factor ambiental Ce
Urbano: Edificaciones entre 10m y 20m. Ce=0.1.
Resistividad p en Ohm-m para secciones subterráneas 300
NOTA
Resultados de la evaluación de número anual N de eventos peligrosos
Cd 0.5
Ad 19861.7
ND 0.00993086
Ct 0.2
Ad/a 19861.7
NDa 0.00198617
Am 256350
NM 0.246419
Ce 0.1
Acometida de potencia
Sección áerea
Evaluar
Introducir longitudes en metros
Lc Ha Hb Hc
Sección subterránea
Evaluar
Introducir longitudes en metros
Lc 200 Ha 15 Hb 0
NL 0
Ni 0
NL 0.000268468
Ni 0.00173205
Acometida de telecomunicaciones
Sección áerea
Evaluar
Introducir longitudes en metros
Lc Ha Hb Hc
Sección subterránea
Evaluar
Introducir longitudes en metros
Lc 150 Ha 15 Hb 0
NL 0
Ni 0
NL 0.000181865
Ni 0.00129904
Evaluar número anual de eventos peligrosos
Ir al menú

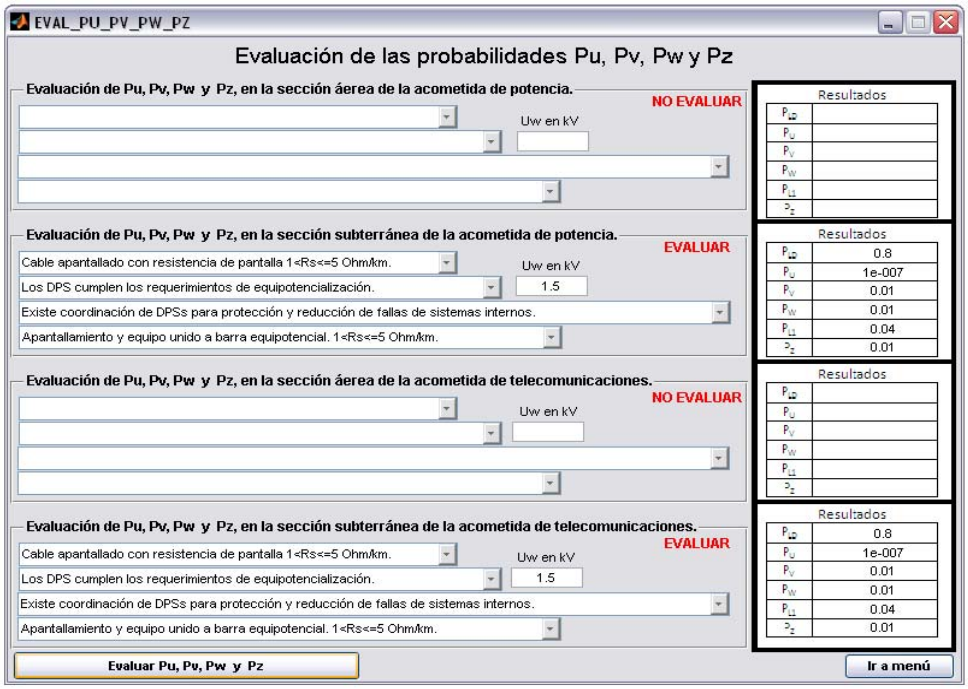
Fuente: Autores.

Figura 8.12 Evaluación de las probabilidades P_A, P_B, P_C, P_M, P'_B, P'_C, P'_V, P'_W y P'_Z.


PROBABILIDAD_PX
Evaluación de las probabilidades PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´v, P´w y P´z
Evaluación de PA, PB y Pc
Medidas de protección
Aislamiento, equipotencialización y avisos. PA=0.00001.
Protección contra rayos
Nivel I. PB=0.02.
Nivel de protección de DPS
Nivel I. Pc=0.01.
Probabilidad de daño de sistemas internos. PM
Con cableado en conduit metálico aterrizado en sus extremos al barraje equipotencial.
Uw en kV
w en metros
1.5
10
Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km. Ks3=0.0002.
Sistemas internos sin equipos con niveles de soportabilidad al impulso inferiores a los estándar.
Es provisto un sistema coordinado de protección y reducción de fallas de sistemas internos.
Evaluación de P'B, P´c, P'v y P´w
Acometidas de servicios con conductores metálicos no apantallados.
n acometidas
2
Rs: Resistencia del apantallamiento en Ohm/km
5
Con pantalla en contacto con el suelo. Kd=1.
Cables adicionales apantallados-un conductor. Kp=0.4.
Cable de telecomunicaciones - Aislado en papel - Equipo electrónico. Uw=1.5kV.
P´v para lineas de telecomunicaciones
Líneas de telecomunicaciones con apantallamiento de aluminio. Ia=20kA.
Evaluación de P´z
Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.
PL1 de P´z
Se implementan DPSs conforme a la normatividad nacional vigente.
P'z
Evaluar probabilidades de daño
Ir al menú
Resultados de la evaluación de las probabilidades de daño Px
PA 1e-005
PB 0.02
PC 0.01
KS3 0.0002
KMS 0.000288
PMS 0.0001
PM 0.0001
PL1 0.04
Kd 1
Kp 0.4
Uw 1.5
Is: P'B ,PC 37.5
Is: P'V ,PW 18.75
P'B ,P'C de Is 0.4
P'V ,P'W de Is 0.8
P'B 0.4
P'C 0.4
P'V 0.8
P'W 0.8
P'Z 0.01

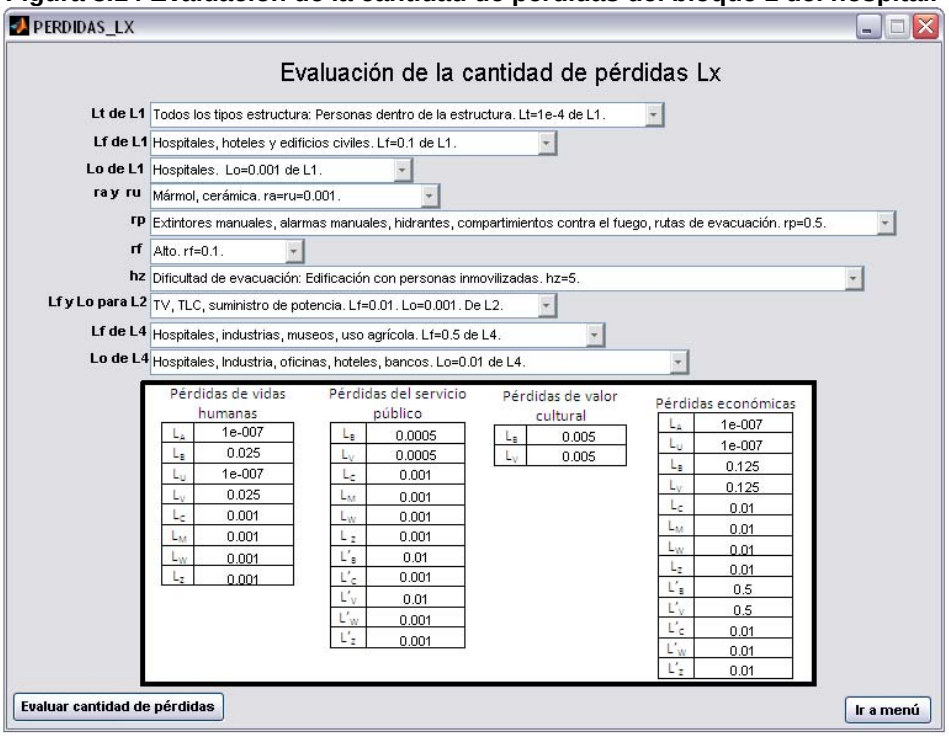
Fuente: Autores.

Figura 8.13 Evaluación de las probabilidades P_U, P_V, P_W y P_Z.



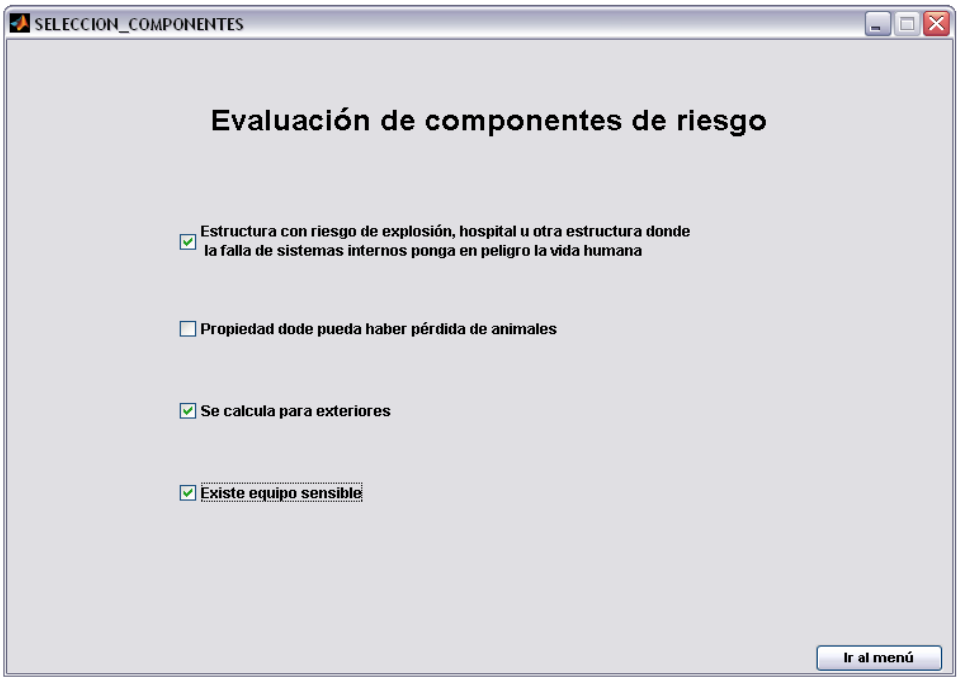
Fuente: Autores.

Figura 8.14 Evaluación de la cantidad de pérdidas del bloque 1 del hospital.


PERDIDAS_LX
Evaluación de la cantidad de pérdidas Lx
Lt de L1
Todos los tipos estructura: Personas dentro de la estructura. Lt=1e-4 de L1.
Lf de L1
Hospitales, hoteles y edificios civiles. Lf=0.1 de L1.
Lo de L1
Hospitales. Lo=0.001 de L1.
ra y ru
Mármol, cerámica. ra=ru=0.001.
rp
Extintores manuales, alarmas manuales, hidrantes, compartimientos contra el fuego, rutas de evacuación. rp=0.5.
rf
Alto. rf=0.1.
hz
Dificultad de evacuación: Edificación con personas inmovilizadas. hz=5.
Lf y Lo para L2
TV, TLC, suministro de potencia. Lf=0.01. Lo=0.001. De L2.
Lf de L4
Hospitales, industrias, museos, uso agrícola. Lf=0.5 de L4.
Lo de L4
Hospitales, Industria, oficinas, hoteles, bancos. Lo=0.01 de L4.
Pérdidas de vidas humanas
Pérdidas del servicio público
Pérdidas de valor cultural
Pérdidas económicas
Evaluar cantidad de pérdidas
Ir a menú

Fuente: Autores.

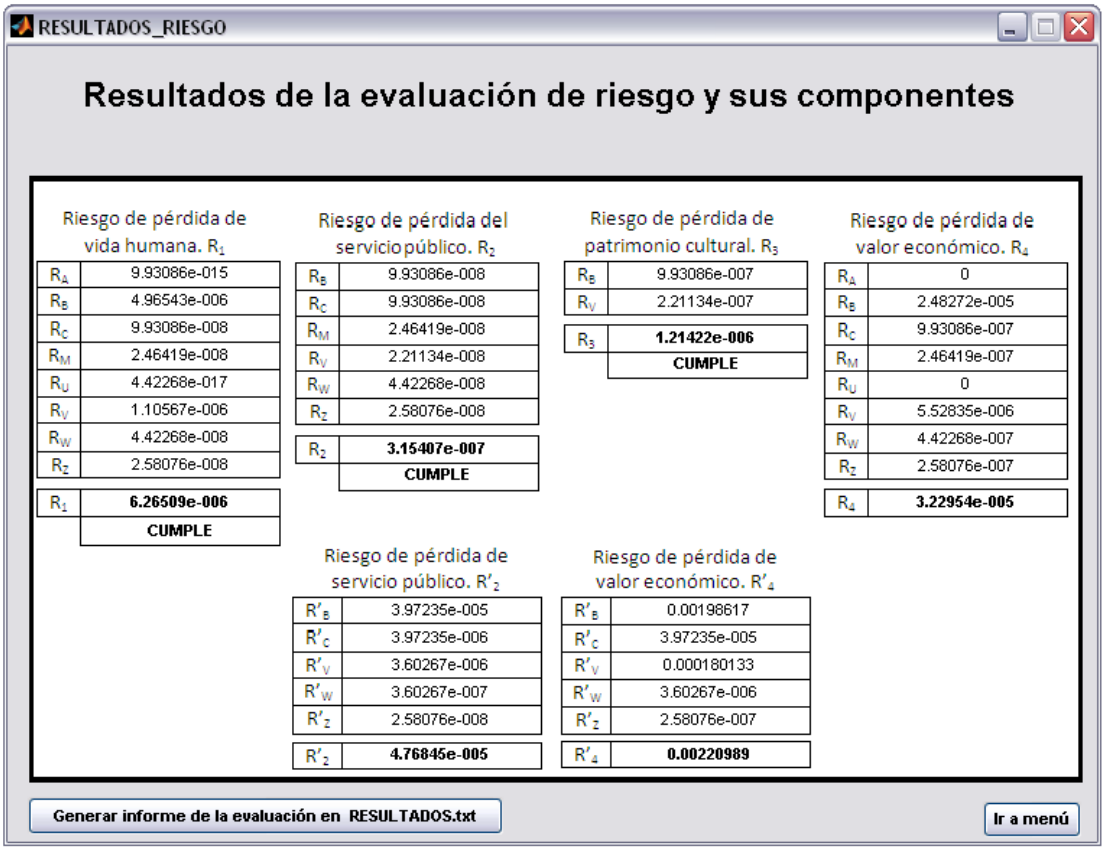
Figura 8.15 Evaluación de las componentes de riesgo.


SELECCION_COMPONENTES
Evaluación de componentes de riesgo
Estructura con riesgo de explosión, hospital u otra estructura donde la falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana
Propiedad dode pueda haber pérdida de animales
Se calcula para exteriores
Existe equipo sensible
Ir al menú

Fuente: Autores.

Los resultados de la evaluación de riesgo del bloque 1 del hospital para un nivel de protección I se muestran en la siguiente figura:

Figura 8.16 Resultados de la evaluación de riesgo del bloque 1 del hospital para nivel de protección I



Fuente: Autores.

Los resultados de la evaluación de riesgo del bloque 1 del hospital cumplen con las siguientes condiciones establecidas por la norma:

- $R_1 \leq 10^{-5}$
- $R_2 \leq 10^{-3}$
- $R_3 \leq 10^{-3}$

Al presionar el botón de informe se genera el archivo RESULTADOS.txt con los resultados detallados correspondientes a la evaluación. El informe del archivo es el siguiente:

INFORME DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

EVALUACIÓN DEL NÚMERO ANUAL DE EVENTOS PELIGROSOS:

Densidad de descargas a tierra. DDT(rayos/km^2-año): 1
Localización relativa. Cd: 0.50
Largo de la estructura. L(m): 90
Ancho de la estructura. W(m): 30
Ancho de la estructura. H(m): 15
Área efectiva de la estructura aislada. Ad(m^2): 19862
Tipo de transformador. Ct: 0.2
Largo de la estructura adyacente. L(m): 90
Ancho de la estructura adyacente. W(m): 30
Ancho de la estructura adyacente. H(m): 15
Área efectiva de la estructura adyacente. Ad/a(m^2): 19862
Área de influencia de la estructura. Am(m^2): 256350
Factor ambiental: Ce: 0.1
Resistividad del terreno. p(Ohm-m): 300
Sección aérea de la acometida de potencia:
Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m):
Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m):
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m):
Altura sobre la tierra de los conductores de servicio. Hc(m):
Sección subterránea de la acometida de potencia:
Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m): 200
Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m): 15
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m): 0
Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:
Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m):
Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m):
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m):
Altura sobre la tierra de los conductores de servicio. Hc(m):
Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:
Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m): 150
Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m): 15
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m): 0

Resultados de los promedios anuales de eventos peligrosos:
Promedio anual de descargas sobre la estructura. ND: 9.930863e-003
Promedio anual de descargas sobre estructuras adyacentes. NDa: 1.986173e-003
Promedio anual de descargas cercanas a la estructura. NM: 2.464187e-001
Sección aérea de la acometida de potencia:
Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: 0
Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: 0
Sección subterránea de la acometida de potencia:
Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: 2.684679e-004
Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: 1.732051e-003
Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:
Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: 0
Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: 0
Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:
Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: 1.818653e-004
Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: 1.299038e-003

EVALUACIÓN DE LAS PROBABIBLIDADES PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´v, P´w y P´z:

PA, PB y Pc.:
Aislamiento, equipotencialización y avisos. PA=0.00001.
Nivel I. PB=0.02.
Nivel I. Pc=0.01.
Probabilidad de daño de sistemas internos. PM:
Sin cableado en conduit metálico aterrizado en sus extremos al barraje equipotencial.
Uw en kV: 1.50000e+000
w en metros: 1.00000e+001

Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.
Sistemas internos sin equipos con niveles de soportabilidad al impulso inferiores a los estándar.
Es provisto un sistema coordinado de protección y reducción de fallas de sistemas internos.

Evaluación de P´B, P´c, P´v y P´w:
Acometidas de servicios con conductores metálicos apantallados.
n acometidas: 2.00000e+000
Rs: Resistencia del apantallamiento en Ohm/km: 5.00000e+000
Con pantalla en contacto con el suelo. Kd=1.
Cables adicionales apantallados-un conductor. Kp=0.4.
Cable de telecomunicaciones - Aislado en papel - Equipo electrónico. Uw=1.5kV.
Líneas de telecomunicaciones con apantallamiento de aluminio.

Evaluación de P´z:
Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.
Se implementan DPSs conforme a la normatividad nacional vigente.

Resultados de las probabilidades PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´v, P´w y P´z:
Lesiones a seres vivos por descargas directas a la estructura. PA: 1.00000e-005
Daño a la estructura por descargas directas. PB: 2.00000e-002
Daño de sistemas internos por impacto directo a la estructura. Pc: 1.00000e-002
Daño de sistemas internos por impacto cercano a la estructura. PM: 1.00000e-004
Impacto a una estructura a la cual una acometida cause daños físicos. P´B: 4.0000e-001
Impacto a una estructura a la cual una acometida cause fallas en aparatos conectados. P´c: 4.00000e-001
Descarga en una acometida cause daños físicos a una estructura. P´v: 8.00000e-001
Descarga en una acometida cause fallas en aparatos conectados. P´w: 8.00000e-001
Impacto cerca a la acometida cause falla en sistemas. P´z: 1.00000e-002

EVALUACIÓN DE LAS PROBABIBLIDADES Pu, Pv, Pw y Pz:

Sección aérea de la acometida de potencia:

Sección subterránea de la acometida de potencia:
Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.
Los DPS cumplen los requerimientos de equipotencialización.
Existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de sistemas internos.
Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.

Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:

Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:
Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.
Los DPS cumplen los requerimientos de equipotencialización.
Existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de sistemas internos.
Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.

Resultados de las probabilidades Pu, Pv, Pw y Pz:
Sección aérea de la acometida de potencia:
Uw en kV:
Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu: 0.00000e+000
Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv: 0.00000e+000
Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw: 0.00000e+000
Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz: 0.00000e+000
Sección subterránea de la acometida de potencia:
Uw en kV: 1.50
Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu: 1.00000e-007
Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv: 1.00000e-002
Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw: 1.00000e-002
Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz: 1.00000e-002

Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:
Uw en kV:
Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu: 0.00000e+000
Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv: 0.00000e+000
Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw: 0.00000e+000
Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz: 0.00000e+000
Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:
Uw en kV: 1.50
Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu: 1.00000e-007
Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv: 1.00000e-002
Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw: 1.00000e-002
Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz: 1.00000e-002

EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD DE PÉRDIDAS:

Tipo de estructura:
Todos los tipos estructura: Personas dentro de la estructura.
Hospitales, hoteles y edificios civiles.
Hospitales.
Hospitales, Industria, oficinas, hoteles, bancos.
Hospitales, industrias, museos, uso agrícola.
Medidas de prevención: Extintores manuales, alarmas manuales, hidrantes, compartimientos contra el fuego, rutas de evacuación.
Clase especial de riesgo: Dificultad de evacuación: Edificación con personas inmovilizadas.
Tipo de superficie: Mármol, cerámica.
Riesgo de fuego: Alto.
Tipo de servicio: TV, TLC, suministro de potencia.

Pérdidas de vidas humanas:
Pérdida LA: 1.00000e-007
Pérdida LB: 2.50000e-002
Pérdida Lu: 1.00000e-007
Pérdida Lv: 2.50000e-002
Pérdida Lc: 1.00000e-003
Pérdida Lm: 1.00000e-003
Pérdida Lw: 1.00000e-003
Pérdida Lz: 1.00000e-003
Pérdidas del servicio público:
Pérdida LB: 5.00000e-004
Pérdida Lv: 5.00000e-004
Pérdida Lc: 1.00000e-003
Pérdida Lm: 1.00000e-003
Pérdida Lw: 1.00000e-003
Pérdida Lz: 1.00000e-003
Pérdida L´B: 1.00000e-002
Pérdida L´c: 1.00000e-003
Pérdida L´v: 1.00000e-002
Pérdida L´w: 1.00000e-003
Pérdida L´z: 1.00000e-003
Pérdidas del patrimonio cultural:
Pérdida LB: 5.00000e-003
Pérdida Lv: 5.00000e-003
Pérdidas económicas:
Pérdida LA: 1.00000e-007
Pérdida Lu: 1.00000e-007
Pérdida LB: 1.25000e-001
Pérdida Lv: 1.25000e-001
Pérdida Lc: 1.00000e-002
Pérdida Lm: 1.00000e-002
Pérdida Lw: 1.00000e-002
Pérdida Lz: 1.00000e-002
Pérdida L´B: 5.00000e-001
Pérdida L´v: 5.00000e-001
Pérdida L´c: 1.00000e-002
Pérdida L´w: 1.00000e-002
Pérdida L´z: 1.00000e-002

SELECCIÓN DE COMPONENTES DE RIESGO:

Estructura con riesgo de explosión, hospital u otra estructura donde la falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana.

Se calcula para exteriores.
Existe equipo sensible.

RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO EN LA ESTRUCTURA:

Riesgo de pérdida de vida humana. R1
- Resultado componente RA: 9.93086e-015
- Resultado componente RB: 4.96543e-006
- Resultado componente Rc: 9.93086e-008
- Resultado componente Rm: 2.46419e-008
- Resultado componente Ru: 4.42268e-017
- Resultado componente Rv: 1.10567e-006
- Resultado componente Rw: 4.42268e-008
- Resultado componente Rz: 2.58076e-008
- Resultado de riesgo R1: 6.26509e-006

Riesgo de pérdida del servicio público. R2
- Resultado componente RB: 9.93086e-008
- Resultado componente Rc: 9.93086e-008
- Resultado componente Rm: 2.46419e-008
- Resultado componente Rv: 2.21134e-008
- Resultado componente Rw: 4.42268e-008
- Resultado componente Rz: 2.58076e-008
- Resultado de riesgo R2: 3.15407e-007

Riesgo de pérdida del patrimonio cultural. R3
- Resultado componente RB: 9.93086e-007
- Resultado componente Rv: 2.21134e-007
- Resultado de riesgo R3: 1.21422e-006

Riesgo de pérdida de valor económico. R4
- Resultado componente RA: 0.00000e+000
- Resultado componente RB: 2.48272e-005
- Resultado componente Rc: 9.93086e-007
- Resultado componente Rm: 2.46419e-007
- Resultado componente Ru: 0.00000e+000
- Resultado componente Rv: 5.52835e-006
- Resultado componente Rw: 4.42268e-007
- Resultado componente Rz: 2.58076e-007
- Resultado de riesgo R4: 3.22954e-005

RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO EN LA ACOMETIDA:

Riesgo de pérdida del servicio público. R´2
- Resultado componente R´B: 3.97235e-005
- Resultado componente R´c: 3.97235e-006
- Resultado componente R´v: 3.60267e-006
- Resultado componente R´w: 3.60267e-007
- Resultado componente R´z: 2.58076e-008
- Resultado de riesgo R´2: 4.76845e-005

Riesgo de pérdida del valor económico. R´4
- Resultado componente R´B: 1.98617e-003
- Resultado componente R´c: 3.97235e-005
- Resultado componente R´v: 1.80133e-004
- Resultado componente R´w: 3.60267e-006
- Resultado componente R´z: 2.58076e-007
- Resultado de riesgo R´4: 2.20989e-003

El desarrollo de la evaluación de riesgo sin usar la interfaz de evaluación de riesgo se muestra a continuación:

Evaluación de riesgo en un hospital acorde a la Norma

Técnica Colombiana 4552-2

NOTA: Las tablas utilizadas en la evaluación corresponden a la Norma Técnica Colombiana 4552-2.

$$R_X = N_X P_X L_X$$

Cálculo N eventos

DDT = 1 Densidad de descargas a tierra.

C_d = 0.5 Localización relativa de la estructura.

Dimensiones de la estructura en metros L = 90 m, W = 30 m, H = 15 m.

Factor de corrección del tipo de transformador C_t = 0.2.

Dimensiones de la estructura adyacentes en metros L = 90 m, W = 30 m, H = 15 m.

C_e= 0.1 factor ambiental.

p= 300 Ω-m.

Evaluación del promedio anual de descargas sobre estructuras (N_D)

$A_d = LW+6H*(L+W)+9\pi*H^2$ Área efectiva estructura aislada.

$A_d = 90*30+6*15*120+9\pi*15^2$

$A_d = 19861.7\ m^2$

$N_D = DDT*A_d*C_d*10^{-6}$

$N_D = 1*19861.7*0.5*10^{-6}$

$N_D = 0.00903085$

Evaluación del número promedio anual de descargas sobre estructuras adyacentes (N_{Da})

$A_{da} = L_aW_a+6H_a*(L_a+W_a)+9\pi*H_a^2$ Área efectiva estructura adyacente.

$A_{da} = 90*30+6*15*(90+30)+ 9\pi*15^2$

$A_{da} = 19861.7\ [m^2]$

$N_{Da} = DDT*A_{da}*C_{da}*C_t*10^{-6}$

$N_{Da} = 1*19861.7*0.5*0.2*10^{-6}$

$N_{Da} = 0.00198617$

Evaluación del número promedio anual de descargas cercanas a la estructura (N_m)

$A_m = 2*L*250+2*W*250+\pi*250^2$

$A_m = 2*90*250+2*30*250+\pi*250^2$

$A_m = 256350\ m^2$

$N_M = DDT*(A_m-A_d*C_{db})*C_t*10^{-6}$

$N_M = 1*(256350-19861.7*0.5)*10^{-6}$

$N_M = 0.246419$

Evaluación del número promedio anual de descargas sobre las acometidas de servicio (N_L) en la sección subterránea de la acometida de potencia

L_C = 200 m longitud sección acometida.

H_a = 15 m altura de la estructura de donde proviene la acometida.

H_b = 0 m altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio.

p= 300 Ω-m.

$A_L = (L_C-3*(H_a-H_b))*\sqrt{p}$

$A_L = (200-3*(15-0))*\sqrt{300}$

$A_L = 2684.68\ m^2$

$N_L = DDT*A_L*C_d*C_t*10^{-6}$

$N_L = 1*2684.68*0.5*0.2*10^{-6}$

$N_L = 0.000268468$

Evaluación del número promedio anual de descargas cercanas a las acometidas de servicio (N_i) en la sección subterránea de la acometida de potencia

L_C = 200 m longitud sección acometida

H_a = 15 m altura de la estructura de donde proviene la acometida

H_b = 0 m altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio

p = 300 Ω-m.

C_e = 0.1 factor ambiental.

$A_i = 25*L_C*\sqrt{p}$

$A_i = 25*200*\sqrt{300}$

A_i = 86602.5 m^2

$N_i = DDT*A_i*C_e*C_t*10^{-6}$

$N_i = 1*86602.5*0.1*0.2*10^{-6}$

N_i = 0.0017320508

Evaluación del número promedio anual de descargas sobre las acometidas de servicio (N_L) en la sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones

L_C = 150 m longitud sección acometida

H_a = 15m altura de la estructura de donde proviene la acometida

H_b = 0m altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio

$A_L = (L_C-3*(H_a-H_b))* \sqrt{p}$

$A_L = (150-3*(15-0))* \sqrt{300}$

A_L = 1818.653 [m^2]

$N_L = DDT*A_L*C_d*C_t*10^{-6}$

$N_L = 1*1818.653*0.5*0.2*10^{-6}$

N_L = 0.000181053

Evaluación del número promedio anual de descargas cercanas a las acometidas de servicio (N_i) en la sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones

L_C = 150 m longitud sección acometida

H_a=15 m altura de la estructura de donde proviene la acometida

H_b=0m altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio

p = 300 resistividad Ω-m.

C_e = 0.1 factor ambiental.

$A_i = 25*L_C*\sqrt{p}$

$A_i = 25*150*\sqrt{300}$

A_i = 64951.9 m^2

$N_i = DDT*A_i*C_e*C_t*10^{-6}$

$N_i = 1*64951.9*0.1*0.2*10^{-6}$

N_i = 0.001299038

Evaluación de las probabilidades de daño P_A, P_B, P_C, P_M, P'_B, P'_C, P'_V, P'_W y P'_Z

P_A = 0.00001 tabla 14

P_B = 0.02 tabla 15

P_C = 0.01 tabla 16

Probabilidad de daño de sistemas internos P_M

$K_{MS} = K_{S1*} K_{S2*} K_{S3*} K_{S4}$

R_S = Resistencia de apantallamiento del cable Ω/Km.

W = Ancho en metros de la cuadricula del escudo espacial en metros

U_W = menor valor de la tensión soportable al impulso tipo rayo en kV.

R_S = 5 (Ω/Km)

$K_{S1} = 0.12*W=0.12*10=1.2$

K_{S2} = 0.12*W=0.12*10=1.2

K_{S3} = 0.0002 tabla 17

K_{S4} = 1.5/U_W=1.5/1.5=1

K_{MS} = 0.000288

De acuerdo a la tabla 18 P_{MS}=0.0001.

Se toma el menor valor entre P_{MS} y P_C. Entonces P_M = 0.0001

Probabilidades de daño P'_B, P'_C

Calculamos la corriente de falla I_a

$$I_a = \frac{25*n*\mathrm{Uw}}{Rs*Kd*Kp}$$

n = número de acometidas n = 2

R_S= 5 Ω/Km

U_W = 1.5 kV

K_d = factor que depende de las características de la línea tabla 21. K_d=1.

Kp = factor de medidas de protección de la tabla 22 Kp=0.4.

$$I_a = \frac{25*2*1.5}{5*1*0.4} = 37.5 \text{ kA}$$

De la tabla 25 P'_B = 0.4 y P'_C = 0.4

Probabilidades de daño P'_V, P'_W

Calculamos la corriente de falla I_a

$$I_a = \frac{25*\mathrm{Uw}}{Rs*Kd*Kp}$$

$$I_a = \frac{25*1.5}{5*1*0.4} = 18.75\text{kA}$$

De acuerdo a la tabla 21 P'_V = 0.8 y P'_W = 0.8

Probabilidad de de daño P'_Z

De la tabla 20 para U_w = 1.5 kV y R_S = 5 Ω/km. P_{L1} = 0.04

Se toma el menor valor entre P_C y P_{L1}. Entonces P'z = 0.01

Evaluación de P_U, P_V, P_W y P_Z en la sección subterránea de la acometida de potencia.

- P_U: se toma el menor valor entre P_C (tabla 16) y P_{LD} (tabla 19)
  P_{LD} para U_W= 1.5 Kv y R_S= 5 Ω/Km. P_{LD} = 0.8. P_C = 0.01
  El menor valor lo multiplicamos por P_A => $P_U = P_A P_C = 0.00001*0.01 = 1*10^{-7}$
- P_V: Se toma el menor entre P_C (tabla 16) y P_{LD} (tabla 19) P_V = 0.01
- P_W: Se toma el menor entre P_C (tabla 16) y P_{LD} (tabla 19) P_w = 0.01
- P_Z: Se toma el menor entre P_C (tabla 16) y P_{L1} (tabla 20) para U_W = 1.5 kV y R_S= 5 Ω/km. P_{L1} = 0.04. Entonces P_Z=0.01

Evaluación de P_U, P_V, P_W y P_Z en la sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones.

- P_U: se toma el menor valor entre P_C (tabla 16) y P_{LD} (tabla 19)
  P_{LD} para U_W= 1.5 Kv y R_S= 5 Ω/km P_{LD} = 0.8 P_C = 0.01
  El menor valor lo multiplicamos por P_A. $P_U = P_A P_C = 0.00001*0.01= 1*10^{-7}$
- P_V: Se toma el menor entre P_C (tabla 16) y P_{LD} (tabla 19) P_V = 0.01
- P_W: Se toma el menor entre P_C (tabla 16) y P_{LD} (tabla 19) P_w = 0.01
- P_Z: Se toma el menor entre P_C (tabla 16) y P_{L1} (tabla 20) para U_W = 1.5 kV y R_S= 5 Ω/km. P_{L1} = 0.04. Entonces P_Z = 0.01.

Evaluación de la cantidad de pérdidas L_X

Pérdidas de vidas humanas

$L_A = r_a * L_t$

$r_a = 1*10^{-3}$ de la tabla 27

$L_t = 1*10^{-4}$ de la tabla 26

$L_A = 1*10^{-3}*1*10^{-4}=1*10^{-7}$

$L_A = L_U=1*10^{-7}$

$L_B = r_p * h_z * r_f * L_f$

r_p= 0.5 de la tabla 28

h_z = 5 de la tabla 30

r_f = 0.1 de la tabla 29

L_f = 0.1 de la tabla 26

L_B = 0.5*5*0.1*0.1 = 0.025

$L_B = L_V$ = 0.025

$L_C = L_0$ $L_0 = 1*10^{-3}$ de la tabla 26. $L_C = L_M = L_W = L_Z = L_0$ = 0.001

Pérdidas de servicio público

$L_B=r_p*r_f*L_f$

r_p= 0.5 de la tabla 28

r_f = 0.1 de la tabla 29

L_f = 0.01 de la tabla 31

L_B = 0.5*0.1*0.01 = 0.0005

$L_B = L_V$ = 0.0005

$L_C = L_0$ L_0 = 0.001 de la tabla 31 L_C = 0.001

$L_C = L_M = L_W = L_Z = L'_C = L'_W = L'_Z$ = 0.001

$L'_B = L_F$ L_F = 0.01 de la tabla 31 L'_B = 0.01

$L'_B = L'_V$ = 0.01

Pérdida de patrimonio cultural

$L_B = r_p*r_f*L_f$

r_p = 0.5 de la tabla 28

r_f = 0.1 de la tabla 29

L_f = 0.1 (valor promedio asignado por la norma)

L_B = 0.5*0.1*0.1 = 0.005

$L_B = L_V$ = 0.005

Pérdida de económicas

$L_A = r_a*L_t = L_V$

$r_a = 1*10^{-3}$ de la tabla 27

$L_t = 1*10^{-4}$ de la tabla 32

$L_A = 1*10^{-3}*1*10^{-4} = 1*10^{-7}$

$L_A = L_U = 1*10^{-7}$

$L_B = r_p*r_f*h_z*L_f$

$r_p = 0.5$ de la tabla 28

$h_z = 5$ de la tabla 30

$r_f = 0.1$ de la tabla 29

$L_f = 0.5$ de la tabla 32

$L_B = 0.5*0.1*5*0.5$

$L_B = L_V = 0.125$

$L_C = L_0$ $L_0 = 0.01$ de la tabla 32 $L_C = 0.01$

$L_C = L_M = L_W = L_Z = L'_C = L'_W = L'_Z = 0.01$

$L'_B = L_f$ $L_f = 0.5$ de la tabla 32 $L'_B = 0.5$

$L'_B = L_V = 0.5$

Riesgo y componentes de riesgo en la estructura.

Riesgo de pérdida de vida humana.

$R_A = N_D*P_A*L_A = 0.00993085*0.00001*1*10^{-7} = 9.93085*1*10^{-15}$

$R_B = N_D*P_B*L_B = 0.00993085*0.02*0.025 = 4.965425*10^{-6}$

$R_C = N_D*P_C*L_C = 0.00993085*0.01*0.001 = 9.93085*10^{-8}$

$R_M = N_D*P_M*L_M = 0.246419*0.0001*0.001 = 2.46419*10^{-8}$

$R_U = [(N_L+N_{DA})*P_U*L_U]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_U*L_U]_{Tel}$

$R_U = [(0.000268468+0.00198617)*1*10^{-7}*10^{-7}]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*1*10^{-7}*10^{-7}]_{Tel} = 4.422461*10^{-17}$

$R_V = [(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Tel}$

$R_V = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.025]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.025]_{Tel} = 1.105365*10^{-6}$

$R_W = [(N_L+N_{DA})*P_W*L_W]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_W*L_W]_{Tel}$

$R_W = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.001]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.001]_{Tel} = 4.422461*10^{-8}$

$R_Z = [(N_i - N_L)*P_Z*L_Z]_{Pot}+[(N_i - N_L)*P_Z*L_Z]_{Tel}$

$R_Z = [(0.0017320508-0.000268468)*0.01*0.001]_{Pot}+$

$[(0.001299038-1.81653*10^{-4})*0.01*0.001]_{Tel} = 2.5809678*10^{-8}$

$R_1= R_A+R_B+R_C+R_M+R_U+R_V+R_w+R_Z=6.264775*10^{-6}$

Riesgo de pérdida del servicio público

$R_B = N_D*P_B*L_B = 0.00993085*0.02*0.0005 = 9.93085*10^{-8}$

$R_C= N_D*P_C*L_C=0.00993085*0.01*0.001 = 9.93085*10^{-8}$

$R_M = N_D*P_M*L_M = 0.246419*0.0001*0.001 = 2.246419*10^{-8}$

$R_V = [(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Tel}$

$R_V = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.0005]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.0005]_{Tel} = 2.2107305*10^{-8}$

$R_W = [(N_L+N_{DA})*P_W*L_W]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_W*L_W]_{Tel}$

$R_W = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.001]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.001]_{Tel} = 4.422461*10^{-8}$

$R_Z = [(N_L + N_{DA})*P_Z*L_Z]_{Pot}+[(N_L + N_{DA})*P_Z*L_Z]_{Tel}$

$R_Z = [(0.0017320508-0.000268468)*0.01*0.001]_{Pot}+$

$[(0.001299038-1.81653*10^{-4})*0.01*0.001]_{Tel} = 2.5809678*10^{-8}$

$R_2 = R_B+R_C+R_M+R_V+R_w+R_Z = 3.154005*10^{-7}$

Riesgo de pérdida del patrimonio cultural

$R_B = N_D*P_B*L_B = 0.00993085*0.02*0.005 = 9.93085*10^{-7}$

$R_V = [(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Tel}$

$R_V = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.005]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.005]_{Tel} = 2.2107305*10^{-7}$

$R_3 = R_B+R_V = 1.2141158*10^{-6}$

Riesgo de pérdida de valor económico

Para este ejemplo R_A y R_U no se calculan por ser esta una propiedad donde no existen pérdidas de animales.

$R_B= N_D*P_B*L_B = 0.00993085*0.02*0.125 = 2.482713*10^{-5}$

$R_C= N_D*P_C*L_C = 0.00993085*0.01*0.01 = 9.93085*10^{-7}$

$R_M = N_D*P_M*L_M = 0.246419*0.0001*0.01 = 2.246419*10^{-7}$

$R_V = [(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_V*L_V]_{Tel}$

$R_V = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.125]_{Pot}+$

$[(1.80653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.125]_{Tel} = 5.526826*10^{-6}$

$R_W = [(N_L+N_{DA})*P_W*L_W]_{Pot}+[(N_L+N_{DA})*P_W*L_W]_{Tel}$

$R_W = [(0.000268468+0.00198617)*0.01*0.01]_{Pot}+$

$[(1.81653*10^{-4}+0.00198617)*0.01*0.01]_{Tel} = 4.422461*10^{-7}$

$R_Z = [(N_L + N_{DA})*P_Z*L_Z]_{Pot}+[(N_L + N_{DA})*P_Z*L_Z]_{Tel}$

$R_Z = [(0.0017320508-0.000268468)*0.01*0.01]_{Pot}+$

$[(0.001299038-1.81653*10^{-4})*0.01*0.01]_{Tel} = 2.5809678*10^{-7}$

$R_4 = R_B+R_C+ R_M+R_V+R_W+R_Z = 3.229380*10^{-5}$

Riesgo y componentes de riesgo en acometidas de servicio.

Riesgo de pérdida del servicio público.

$R'_B = N_D*P'_B*L'_B = 0.00993085*0.4*0.01 = 3.97234*10^{-5}$

$R'_C = N_D*P'_C*L'_C = 0.00993085*0.4*0.001 = 3.97234*10^{-6}$

$R'_V = (N_{Lpot}+N_{Ltel})*P'_V*L'_V = (0.000268468+1.81653*10^{-4})*0.8*0.01 = 3.60097*10^{-6}$

$R'_W = (N_{Lpot}+N_{Ltel})*P'_W*L'_W = (0.000268468+1.81653*10^{-4})*0.8*0.001 = 3.60097*10^{-7}$

$R'_Z = [(N_i-N_L)_{Lpot}+(N_i-N_L)_{Ltel}]*P'_Z*L'_Z = [(0.0017320508-0.000268468)+$

$(0.001299038-1.81653*10^{-4})]*0.01*0.001 = 2.58097*10^{-8}$

$R'_2 = R'_B+R'_C+R'_V+R'_W+R'_Z = 4.7682614*10^{-5}$

Riesgo de pérdida de valor económico.

$R'_B = N_D*P'_B*L'_B = 0.00993085*0.4*0.5 = 0.00198617$

$R'_C = N_D*P'_C*L'_C = 0.00993085*0.4*0.01 = 3.97234*10^{-5}$

$R'_V = (N_{Lpot}+N_{Ltel})*P'_V*L'_V = (0.000268468+1.81653*10^{-4})*0.8*0.5=1.80048*10^{-4}$

$R'_W = (N_{Lpot}+N_{Ltel})*P'_W*L'_W = (0.000268468+1.81653*10^{-4})*0.8*0.01=3.60097*10^{-6}$

$R'_Z = [(N_i-N_L)_{Lpot}+(N_i-N_L)_{Ltel}]*P'_Z*L'_Z = [(0.0017320508-0.000268468)+$

$(0.001299038-1.81653*10^{-4})]*0.01*0.01 = 2.58097*10^{-7}$

$R'_4 = R'_B+R'_C+R'_V+R'_W+R'_Z = 0.00220989$

9. CONCLUSIONES

En el trabajo desarrollado en este proyecto de investigación se mostraron los conceptos necesarios para comprender el marco técnico y legal a la hora de realizar la evaluación de riesgo de impacto de descargas atmosféricas. En cuanto a la parte técnica se dieron a conocer los conceptos relacionados con el sistema integral de protección contra rayos y la metodología para el manejo del riesgo. En cuanto a la parte legal se estableció que de acuerdo al RETIE en su artículo 18 se obliga a realizar la evaluación de riesgo bajo la norma NTC 4552-2.

Se mostraron claramente los pasos a seguir en la evaluación de riesgo resaltando la importancia del nivel de riesgo y las medidas de protección sobre el sistema de protección integral contra rayos a implementar luego de la evaluación de riesgo. En la metodología se estableció claramente que la evaluación de riesgo es un proceso que busca la relación óptima entre factores como el nivel de riesgo, las medidas de protección y la conveniencia económica.

Se creó una interfaz gráfica en GUIDE de matlab con toda la metodología de la norma NTC 4552-2 para la evaluación del riesgo. Esta herramienta nos permite hacer la evaluación de riesgo y aumentar las medidas de protección de una forma rápida y segura hasta cumplir con las exigencias de la norma.

Al realizar la evaluación de riesgo en un ejemplo tipo hospital con diversas variantes en cuanto a los criterios de protección, se mostro que los resultados que cumplen con los requerimientos establecidos por la norma corresponden al nivel de protección I junto con las medidas de protección adecuadas para esta estructura.

10. BIBLIOGRAFÍA

[1] Norma técnica colombiana 4552.

[2] Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. RETIE.

[3] Norma técnica colombiana 2050.

[4] NFPA 780: Standard for the installation of lightning protection systems.

[5] Horacio Torres Sánchez. Protección contra rayos. Icontec 2008.

[6] Electropol. Conferencias 2010. www.electropol.com.co

[7] Holly Moore. Matlab para ingenieros. Pearson education

[8] Manual de interfaz gráfica de usuario en matlab. Diego Orlando Barragán Guerrero. PDF WEB.

ANEXOS

ANEXO 1. Código fuente para la GUI EVALUACION_RIESGO

```
function varargout = EVALUACION_RIESGO(varargin)
% EVALUACION_RIESGO M-file for EVALUACION_RIESGO.fig
%      EVALUACION_RIESGO, by itself, creates a new EVALUACION_RIESGO or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = EVALUACION_RIESGO returns the handle to a new EVALUACION_RIESGO or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      EVALUACION_RIESGO('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in EVALUACION_RIESGO.M with the given input arguments.
%
%      EVALUACION_RIESGO('Property','Value',...) creates a new EVALUACION_RIESGO or raises
the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before EVALUACION_RIESGO_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to EVALUACION_RIESGO_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help EVALUACION_RIESGO

% Last Modified by GUIDE v2.5 20-Jun-2010 17:11:10

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @EVALUACION_RIESGO_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @EVALUACION_RIESGO_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before EVALUACION_RIESGO is made visible.
function EVALUACION_RIESGO_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to EVALUACION_RIESGO (see VARARGIN)

% Choose default command line output for EVALUACION_RIESGO
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
```

```
% UIWAIT makes EVALUACION_RIESGO wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = EVALUACION_RIESGO_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

directorio_evaluacion_riesgo=pwd;
% --- Executes on button press in evalcomponentes.
function evalcomponentes_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to evalcomponentes (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

global directorio_evaluacion_riesgo;
directorio_evaluacion_riesgo=pwd;
cd('EVALUACION_DE_COMPONENTES');
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close EVALUACION_RIESGO

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes2

image(imread('rayo.jpg'))
axis off
```

ANEXO 2. Código fuente para la GUI N_ANUAL_EVENTOS

```
function varargout = N_ANUAL_EVENTOS(varargin)
% N_ANUAL_EVENTOS M-file for N_ANUAL_EVENTOS.fig
%      N_ANUAL_EVENTOS, by itself, creates a new N_ANUAL_EVENTOS or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = N_ANUAL_EVENTOS returns the handle to a new N_ANUAL_EVENTOS or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      N_ANUAL_EVENTOS('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in N_ANUAL_EVENTOS.M with the given input arguments.
%
%      N_ANUAL_EVENTOS('Property','Value',...) creates a new N_ANUAL_EVENTOS or raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before N_ANUAL_EVENTOS_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to N_ANUAL_EVENTOS_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menulocalizacion.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help N_ANUAL_EVENTOS

% Last Modified by GUIDE v2.5 04-Aug-2010 08:40:15
```

```
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @N_ANUAL_EVENTOS_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @N_ANUAL_EVENTOS_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before N_ANUAL_EVENTOS is made visible.
function N_ANUAL_EVENTOS_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to N_ANUAL_EVENTOS (see VARARGIN)

% Choose default command line output for N_ANUAL_EVENTOS
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes N_ANUAL_EVENTOS wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = N_ANUAL_EVENTOS_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function introducirDDT_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to introducirDDT (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of introducirDDT as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of introducirDDT as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function introducirDDT_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to introducirDDT (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes on button press in generartablaDDT.
function generartablaDDT_Callback(hObject, eventdata, handles)
TABLA_DDT
% hObject    handle to generartablaDDT (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function largo_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to largo (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of largo as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of largo as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function largo_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to largo (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function ancho_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to ancho (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of ancho as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of ancho as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function ancho_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to ancho (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function alto_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to alto (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of alto as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of alto as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function alto_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to alto (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menulocalizacion.
function menulocalizacion_Callback(hObject, eventdata, handles)
switch get(handles.menulocalizacion,'Value');
    case 1
        global factormenuCd
        factormenuCd=1;
        set(handles.notacero,'string','');
    case 2
        global factormenuCd
        factormenuCd=2;
        set(handles.notacero,'string','');
    case 3
        global factormenuCd
        factormenuCd=3;
        set(handles.notacero,'string','');
    case 4
        global factormenuCd
        factormenuCd=4;
        set(handles.notacero,'string','Hacer cero estas dimensiones');
    otherwise
        global factormenuCd
        factormenuCd=5;
        set(handles.notacero,'string','');
end

% hObject    handle to menulocalizacion (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menulocalizacion contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menulocalizacion

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menulocalizacion_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menulocalizacion (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in mapaDDT.
function mapaDDT_Callback(hObject, eventdata, handles)
MAPA_DDT
% hObject    handle to mapaDDT (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function largoLda_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to largoLda (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of largoLda as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of largoLda as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function largoLda_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to largoLda (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function anchoWda_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to anchoWda (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of anchoWda as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of anchoWda as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function anchoWda_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to anchoWda (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function altoHda_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to altoHda (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of altoHda as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of altoHda as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function altoHda_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to altoHda (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menutrafo.
function menutrafo_Callback(hObject, eventdata, handles)
switch get(handles.menutrafo,'Value');
    case 1
        global factormenuCt
        factormenuCt=1;
    case 2
        global factormenuCt
        factormenuCt=2;
    case 3
        global factormenuCt
        factormenuCt=3;
    otherwise
        global factormenuCt
        factormenuCt=4;
end
```

```
% hObject    handle to menutrafo (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menutrafo contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menutrafo

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menutrafo_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutrafo (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterLc_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterLc as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterLc as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterLc_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHa_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHa as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHa as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHa_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHb_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHb as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHb as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHb_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHc_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHc (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHc as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHc as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHc_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHc (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterLc2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterLc2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterLc2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterLc2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHa2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHa2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHa2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHa2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHb2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHb2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHb2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHb2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterLc3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterLc3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterLc3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterLc3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHa3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHa3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHa3 as a double


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHa3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHb3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHb3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHb3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHb3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHc3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHc3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHc3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHc3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHc3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHc3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterLc4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterLc4 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterLc4 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterLc4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterLc4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit31_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit31 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit31 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit31 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit31_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit31 (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHb4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHb4 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHb4 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHb4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHb4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function meterHa4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterHa4 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterHa4 as a double


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterHa4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterHa4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


function meterp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterp as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterp as a double


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function largotexto_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to largotexto (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% --- Executes on selection change in menufambiental.
function menufambiental_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menufambiental (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menufambiental contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menufambiental
switch get(handles.menufambiental,'Value');
    case 1
        global factorCe
        factorCe=1;
    case 2
        global factorCe
        factorCe=2;
    case 3
        global factorCe
        factorCe=3;
    case 4
        global factorCe
        factorCe=4;
    otherwise
        global factorCe
        factorCe=5;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menufambiental_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menufambiental (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in checkbox2.
function checkbox2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox2
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global evalcaso1
    evalcaso1=1;
else
    global evalcaso1
    evalcaso1=2;
end

% --- Executes on button press in checkbox4.
function checkbox4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox4
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global evalcaso2
    evalcaso2=1;
else
    global evalcaso2
    evalcaso2=2;
end

% --- Executes on button press in checkbox3.
function checkbox3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox3
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global evalcaso3
    evalcaso3=1;
else
    global evalcaso3
    evalcaso3=2;
end

% --- Executes on button press in checkbox6.
function checkbox6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox6
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global evalcaso4
    evalcaso4=1;
else
    global evalcaso4
    evalcaso4=2;
end

% --- Executes on button press in irmenuinicio.
function irmenuinicio_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to irmenuinicio (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)


global directorio_menu_evaluacion
cd(directorio_menu_evaluacion);
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close N_ANUAL_EVENTOS

% --- Executes on button press in botoncalculos.
function botoncalculos_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to botoncalculos (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global DDT;
DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));


global factormenuCd

if factormenuCd==1;
    global Cd
    Cd='';
    set(handles.valorcd,'string',Cd);
else
```

```
    if factormenuCd==2;
        global Cd
        Cd=0.25;
        set(handles.valorcd,'string',Cd);
    else
        if factormenuCd==3;
            global Cd
            Cd=0.5;
            set(handles.valorcd,'string',Cd);
        else
            if factormenuCd==4;
                global Cd
                Cd=1;
                set(handles.valorcd,'string',Cd);
            else
                if factormenuCd==5;
                    global Cd
                    Cd=2;
                    set(handles.valorcd,'string',Cd);
                else
                end
            end
        end
    end
end

global L;
L=str2double(get(handles.largo,'string'));
global W;
W=str2double(get(handles.ancho,'string'));
global H;
H=str2double(get(handles.alto,'string'));

global Cd
global L
global W
global H
global areaAd;
areaAd=L*W+6*H*(L+W)+9*pi*H*H; %Valor de Ad
set(handles.calculoAd,'string',areaAd);

global areaAd
global DDT
global ND
global Cd
ND=DDT*areaAd*Cd*10^-6;
set(handles.mostrarND,'string',ND);

global factormenuCt
if factormenuCt==1;
        global Ct
        Ct='';
        set(handles.valorct,'string',Ct);
else
    if factormenuCt==2;
        global Ct
        Ct=0.2;
        set(handles.valorct,'string',Ct);
    else
        if factormenuCt==3;
            global Ct
            Ct=1;
            set(handles.valorct,'string',Ct);
        else
            if factormenuCt==4;
                global Ct
                Ct=1;
                set(handles.valorct,'string',Ct);
```

```
            else
            end
        end
    end
end

global Lda
Lda=str2double(get(handles.largoLda,'string'));
global Wda
Wda=str2double(get(handles.anchoWda,'string'));
global Hda
Hda=str2double(get(handles.altoHda,'string'));


global areaAda
areaAda=Lda*Wda+6*Hda*(Lda+Wda)+9*pi*Hda*Hda; %Valor de Ad
set(handles.calculoAda,'string',areaAda);

global Cd
global areaAda
global DDT
global NDda
global Ct
DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
NDda=DDT*areaAda*Ct*Cd*10^-6;
set(handles.mostrarNDda,'string',NDda)

% Calculo del area Am
global L
global W
global areaAm
areaAm=2*L*250+2*W*250+pi*250*250;
set(handles.mostrarAm,'string',areaAm);
%Calculo de NM
global areaAd
global NM
global areaAm
global Cd

DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
Cdb=Cd;
NM=DDT*(areaAm-areaAd*Cdb)*10^-6;
if NM < 0
    global NM
    NM=0;
else
end
set(handles.valorNM,'string',NM);

global factorCe
if factorCe==1;
else
    if factorCe==2;
        global Ce
        Ce=0;
        set(handles.valorce,'string',Ce);
    else
        if factorCe==3;
            global Ce
            Ce=0.1;
            set(handles.valorce,'string',Ce);
        else
            if factorCe==4;
                global Ce
                Ce=0.5;
                set(handles.valorce,'string',Ce);
            else
                if factorCe==5;
```

```
                    global Ce
                    Ce=1;
                    set(handles.valorce,'string',Ce);
                else
                end
            end
        end
    end
end

%                       CASO1 DE ACOMETIDA
global evalcaso1
if evalcaso1==1;
    global Lc
    Lc=str2double(get(handles.meterLc,'string'));
    global Ha
    Ha=str2double(get(handles.meterHa,'string'));
    global Hb
    Hb=str2double(get(handles.meterHb,'string'));
    global Hc
    Hc=str2double(get(handles.meterHc,'string'));

    global Al
    Al=(Lc-3*(Ha+Hb))*6*Hc;

    global NL
    global DDT
    global Cd
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    NL=DDT*Al*Cd*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNL,'string',NL);

    global Lc
    Lc=str2double(get(handles.meterLc,'string'));
    global Ai
    Ai=1000*Lc;

    global Ni
    global Ai
    global Ce
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    Ni=DDT*Ai*Ce*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNi,'string',Ni);
else
    if evalcaso1==2;
        global NL
        NL=0;
        global Ni
        Ni=0;
        set(handles.valorNi,'string',Ni);
        set(handles.valorNL,'string',NL);
        global Pu
        Pu=0;
        global Pv
        Pv=0;
        global Pw
        Pw=0;
        global Pz
        Pz=0;
    else
        global NL
        NL=0;
        global Ni
        Ni=0;
        set(handles.valorNi,'string',Ni);
        set(handles.valorNL,'string',NL);
```

```
        global Pu
        Pu=0;
        global Pv
        Pv=0;
        global Pw
        Pw=0;
        global Pz
        Pz=0;
    end
end

%                       CASO2 DE ACOMETIDA

global p
p=str2double(get(handles.meterp,'string'));

global evalcaso2
if evalcaso2==1;
    global Lc2
    Lc2=str2double(get(handles.meterLc2,'string'));
    global Ha2
    Ha2=str2double(get(handles.meterHa2,'string'));
    global Hb2
    Hb2=str2double(get(handles.meterHb2,'string'));
    global p
    global Al2
    Al2=(Lc2-3*(Ha2+Hb2))*sqrt(p);
    global NL2
    global DDT
    global Cd
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    NL2=DDT*Al2*Cd*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNLcaso2,'string',NL2);

    global Lc2
    Lc2=str2double(get(handles.meterLc2,'string'));
    global Ai2
    Ai2=25*Lc2*sqrt(p);

    global Ni2
    global Ai2
    global Ce
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    Ni2=DDT*Ai2*Ce*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNicaso2,'string',Ni2);

else
    if evalcaso2==2;
        global NL2
        NL2=0;
        global Ni2
        Ni2=0;
        set(handles.valorNLcaso2,'string',NL2);
        set(handles.valorNicaso2,'string',Ni2);
        global Pucaso2
        Pucaso2=0;
        global Pvcaso2
        Pvcaso2=0;
        global Pwcaso2
        Pwcaso2=0;
        global Pzcaso2
        Pzcaso2=0;
    else
        global NL2
        NL2=0;
        global Ni2
```

```
        Ni2=0;
        set(handles.valorNLcaso2,'string',NL2);
        set(handles.valorNicaso2,'string',Ni2);
        global Pucaso2
        Pucaso2=0;
        global Pvcaso2
        Pvcaso2=0;
        global Pwcaso2
        Pwcaso2=0;
        global Pzcaso2
        Pzcaso2=0;
    end
end


%                       CASO3 DE ACOMETIDA

global evalcaso3
if evalcaso3==1;
    global Lc3
    Lc3=str2double(get(handles.meterLc3,'string'));
    global Ha3
    Ha3=str2double(get(handles.meterHa3,'string'));
    global Hb3
    Hb3=str2double(get(handles.meterHb3,'string'));
    global Hc3
    Hc3=str2double(get(handles.meterHc3,'string'));

    global Al3
    Al3=(Lc3-3*(Ha3+Hb3))*6*Hc3;
    global NL3
    global DDT
    global Cd
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    NL3=DDT*Al3*Cd*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNLcaso3,'string',NL3);

    global Lc3
    Lc3=str2double(get(handles.meterLc3,'string'));
    global Ai3
    Ai3=1000*Lc3;

    global Ni3
    global Ai3
    global Ce
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    Ni3=DDT*Ai3*Ce*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNicaso3,'string',Ni3);
else
    if evalcaso3==2;
        global NL3
        NL3=0;
        global Ni3
        Ni3=0;
        set(handles.valorNLcaso3,'string',NL3);
        set(handles.valorNicaso3,'string',Ni3);
        global Pucaso3
        Pucaso3=0;
        global Pvcaso3
        Pvcaso3=0;
        global Pwcaso3
        Pwcaso3=0;
        global Pzcaso3
        Pzcaso3=0;
    else
        global NL3
```

```
        NL3=0;
        global Ni3
        Ni3=0;
        set(handles.valorNLcaso3,'string',NL3);
        set(handles.valorNicaso3,'string',Ni3);
        global Pucaso3
        Pucaso3=0;
        global Pvcaso3
        Pvcaso3=0;
        global Pwcaso3
        Pwcaso3=0;
        global Pzcaso3
        Pzcaso3=0;
    end
end

%                       CASO4 DE ACOMETIDA

global p
p=str2double(get(handles.meterp,'string'));

global evalcaso4
if evalcaso4==1;
    global Lc4
    Lc4=str2double(get(handles.meterLc4,'string'));
    global Ha4
    Ha4=str2double(get(handles.meterHa4,'string'));
    global Hb4
    Hb4=str2double(get(handles.meterHb4,'string'));
    global p
    global Al4
    Al4=(Lc4-3*(Ha4+Hb4))*sqrt(p);
    global NL4
    global DDT
    global Cd
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    NL4=DDT*Al4*Cd*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNLcaso4,'string',NL4);



    global Lc4
    Lc4=str2double(get(handles.meterLc4,'string'));
    global Ai4
    Ai4=25*Lc4*sqrt(p);

    global Ni4
    global Ai4
    global Ce
    global Ct
    DDT=str2double(get(handles.introducirDDT,'string'));
    Ni4=DDT*Ai4*Ce*Ct*10^-6;
    set(handles.valorNicaso4,'string',Ni4);

else
    if evalcaso4==2;
        global NL4
        NL4=0;
        global Ni4
        Ni4=0;
        set(handles.valorNLcaso4,'string',NL4);
        set(handles.valorNicaso4,'string',Ni4);
        global Pucaso4
        Pucaso4=0;
        global Pvcaso4
        Pvcaso4=0;
        global Pwcaso4
```

```
        Pwcaso4=0;
        global Pzcaso4
        Pzcaso4=0;
    else
        global NL4
        NL4=0;
        global Ni4
        Ni4=0;
        set(handles.valorNLcaso4,'string',NL4);
        set(handles.valorNicaso4,'string',Ni4);
        global Pucaso4
        Pucaso4=0;
        global Pvcaso4
        Pvcaso4=0;
        global Pwcaso4
        Pwcaso4=0;
        global Pzcaso4
        Pzcaso4=0;
    end
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes15_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes15 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes15

% --- Executes on button press in pushbutton16.
function pushbutton16_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton16 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
NOTA_EST_ADYACENTE

% --- Executes on button press in pushbutton17.
function pushbutton17_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton17 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
NOTA_Lc_p

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes16_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes16 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes16

image(imread('resultados.bmp'))
axis off

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes18_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes18 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes18

image(imread('NLNicaso1.bmp'))
axis off

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes20_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes20 (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes20
image(imread('NLNicaso2.bmp'))
axis off

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes21_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes21 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes21

image(imread('NLNicaso3.bmp'))
axis off

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes23_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes23 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes23
image(imread('NLNicaso4.bmp'))
axis off
```

ANEXO 3. Código fuente para la GUI PROBABILIDAD_PX

```
function varargout = PROBABILIDAD_PX(varargin)
% PROBABILIDAD_PX M-file for PROBABILIDAD_PX.fig
%      PROBABILIDAD_PX, by itself, creates a new PROBABILIDAD_PX or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = PROBABILIDAD_PX returns the handle to a new PROBABILIDAD_PX or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      PROBABILIDAD_PX('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in PROBABILIDAD_PX.M with the given input arguments.
%
%      PROBABILIDAD_PX('Property','Value',...) creates a new PROBABILIDAD_PX or raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before PROBABILIDAD_PX_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to PROBABILIDAD_PX_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menuPL1.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help PROBABILIDAD_PX

% Last Modified by GUIDE v2.5 04-Aug-2010 09:14:52

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @PROBABILIDAD_PX_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @PROBABILIDAD_PX_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
```

```
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before PROBABILIDAD_PX is made visible.
function PROBABILIDAD_PX_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to PROBABILIDAD_PX (see VARARGIN)

% Choose default command line output for PROBABILIDAD_PX
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes PROBABILIDAD_PX wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = PROBABILIDAD_PX_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global directorio_menu_evaluacion
cd(directorio_menu_evaluacion);
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close PROBABILIDAD_PX

% --- Executes on selection change in menupa.
function menupa_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menupa (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menupa contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menupa

switch get(handles.menupa,'Value');
    case 1
        global factormenupa
        factormenupa=1;
    case 2
        global texPx1
        texPx1='Sin medidas de protección. PA=1.';
        global factormenupa
        factormenupa=2;
```

```
    case 3
        global texPx1
        texPx1='Aislamiento de bajantes expuestas. PA=0.01.';
        global factormenupa
        factormenupa=3;
    case 4
        global texPx1
        texPx1='Equipotencialización efectiva del suelo. PA=0.01.';
        global factormenupa
        factormenupa=4;
    case 5
        global texPx1
        texPx1='Avisos de advertencia. PA=0.1.';
        global factormenupa
        factormenupa=5;
   case 6
        global texPx1
        texPx1='Aislamiento de bajantes y equipotencialización del suelo. PA=0.0001.';
        global factormenupa
        factormenupa=6;
   case 7
        global texPx1
        texPx1='Aislamiento de bajantes y avisos de advertencia. PA=0.001.';
        global factormenupa
        factormenupa=7;
   case 8
        global texPx1
        texPx1='Equipotencialización y avisos de advertencia. PA=0.001.';
        global factormenupa
        factormenupa=8;
    otherwise
        global texPx1
        texPx1='Aislamiento, equipotencialización y avisos. PA=0.00001.';
        global factormenupa
        factormenupa=9;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menupa_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menupa (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menupb.
function menupb_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menupb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menupb contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menupb
switch get(handles.menupb,'Value');
    case 1
        global factormenupb
        factormenupb=1;
    case 2
        global texPx2
        texPx2='Sin protección. PB=1.';
        global factormenupb
        factormenupb=2;
    case 3
```

```
        global texPx2
        texPx2='Nivel IV. PB=0.2.';
        global factormenupb
        factormenupb=3;
    case 4
        global texPx2
        texPx2='Nivel III. PB=0.1.';
        global factormenupb
        factormenupb=4;
    case 5
        global texPx2
        texPx2='Nivel II. PB=0.05.';
        global factormenupb
        factormenupb=5;
   case 6
        global texPx2
        texPx2='Nivel I. PB=0.02.';
        global factormenupb
        factormenupb=6;
   case 7
        global texPx2
        texPx2='Sistema de captación nivel I con armazón como bajante. PB 0.01.';
        global factormenupb
        factormenupb=7;
    otherwise
        global texPx2
        texPx2='Techo metálico o sistema de captación  con armazón de bajante. PB=0.001.';
        global factormenupb
        factormenupb=8;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menupb_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menupb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function valoruw_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to valoruw (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of valoruw as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of valoruw as a double


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function valoruw_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to valoruw (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


function valorw_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to valorw (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of valorw as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of valorw as a double


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function valorw_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to valorw (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuKs3.
function menuKs3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuKs3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuKs3 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuKs3
switch get(handles.menuKs3,'Value');
    case 1
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=1;
    case 2
        global texPx5
        texPx5='Cables sin pantalla. Sin precaución de evitar lazos en la ruta.';
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=2;
    case 3
        global texPx5
        texPx5='Cables sin pantalla. Con precaución de evitar grandes lazos en la ruta.';
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=3;
    case 4
        global texPx5
        texPx5='Cables sin pantalla. Con precaución de evitar lazos en la ruta.';
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=4;
    case 5
        global texPx5
        texPx5='Cable apantallado con resistencia de pantalla 5<Rs<=20 Ohm/km.';
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=5;
   case 6
        global texPx5
        texPx5='Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=6;
    otherwise
        global texPx5
        texPx5='Cable apantallado con resistencia de pantalla Rs<=1 Ohm/km.';
        global factormenuKs3
        factormenuKs3=7;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuKs3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuKs3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on button press in checkbox1.
function checkbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox1

% --- Executes on button press in checkboxKs3.
function checkboxKs3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkboxKs3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkboxKs3
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global texPx4
    texPx4='Con cableado en conduit metálico aterrizado en sus extremos al barraje
equipotencial.';
    global indicadorKs3
    indicadorKs3=1;
else
    global texPx4
    texPx4='Sin cableado en conduit metálico aterrizado en sus extremos al barraje
equipotencial.';
    global indicadorKs3
    indicadorKs3=2;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function mostrarKs3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to mostrarKs3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called


% --- Executes on selection change in menupc.
function menupc_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menupc (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menupc contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menupc
switch get(handles.menupc,'Value');
    case 1
        global factormenupc
        factormenupc=1;
    case 2
        global texPx3
        texPx3='Sin sistema coordinado de protección. Pc=1.';
        global factormenupc
        factormenupc=2;
    case 3
        global texPx3
        texPx3='Nivel III-IV.  Pc=0.03.';
        global factormenupc
        factormenupc=3;
```

```
    case 4
        global texPx3
        texPx3='Nivel II. Pc=0.02.';
        global factormenupc
        factormenupc=4;
    otherwise
        global texPx3
        texPx3='Nivel I. Pc=0.01.';
        global factormenupc
        factormenupc=5;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menupc_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menupc (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menusisinterno.
function menusisinterno_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menusisinterno (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menusisinterno contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menusisinterno
switch get(handles.menusisinterno,'Value');
    case 1
        global factormenuPms
        factormenuPms=1;
    case 2
        global texPx6
        texPx6='Sistemas internos con equipos a niveles de soportabilidad al impulso
inferiores a los estándar. Pms=1.';
        global factormenuPms
        factormenuPms=2;
    otherwise
        global texPx6
        texPx6='Sistemas internos sin equipos con niveles de soportabilidad al impulso
inferiores a los estándar.';
        global factormenuPms
        factormenuPms=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menusisinterno_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menusisinterno (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menusiscoordinado.
function menusiscoordinado_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menusiscoordinado (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menusiscoordinado contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menusiscoordinado
switch get(handles.menusiscoordinado,'Value');
    case 1
        global factormenuPM
        factormenuPM=1;
    case 2
        global texPx7
        texPx7='Es provisto un sistema coordinado de protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPM
        factormenuPM=2;
    otherwise
        global texPx7
        texPx7='No es provisto un sistema coordinado de protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPM
        factormenuPM=3;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menusiscoordinado_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menusiscoordinado (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuPL1.
function menuPL1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPL1 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPL1
switch get(handles.menuPL1,'Value');
    case 1
        global factormenuPL1PprimaZ
        factormenuPL1PprimaZ=1;
    case 2
        global texPx10
        texPx10='Sin pantalla.';
        global factormenuPL1PprimaZ
        factormenuPL1PprimaZ=2;
    case 3
        global texPx10
        texPx10='Con pantalla no conectada a barra equipotencial a la cual esta conectada el
equipo.';
        global factormenuPL1PprimaZ
        factormenuPL1PprimaZ=3;
    case 4
        global texPx10
        texPx10='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 5<Rs<=20  Ohm/km.';
        global factormenuPL1PprimaZ
        factormenuPL1PprimaZ=4;
    case 5
        global texPx10
        texPx10='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.';
```

```
        global factormenuPL1PprimaZ
        factormenuPL1PprimaZ=5;
    otherwise
        global texPx10
        texPx10='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. Rs<=1 Ohm/km.';
        global factormenuPL1PprimaZ
        factormenuPL1PprimaZ=6;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPL1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function nacometidas_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to nacometidas (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of nacometidas as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of nacometidas as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function nacometidas_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to nacometidas (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function resistenciaRs_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to resistenciaRs (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of resistenciaRs as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of resistenciaRs as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function resistenciaRs_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to resistenciaRs (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuKd.
function menuKd_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuKd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuKd contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuKd
switch get(handles.menuKd,'Value');
    case 1
        global factormenuKd
        factormenuKd=1;
    case 2
        global texPx12
        texPx12='Con pantalla en contacto con el suelo. Kd=1.';
        global factormenuKd
        factormenuKd=2;
    otherwise
        global texPx12
        texPx12='Con pantalla sin contacto con el suelo. Kd=0.4.';
        global factormenuKd
        factormenuKd=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuKd_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuKd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuKp.
function menuKp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuKp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuKp contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuKp
switch get(handles.menuKp,'Value');
    case 1
        global factormenuKp
        factormenuKp=1;
    case 2
        global texPx13
        texPx13='Sin medidas de protección. Kp=1.';
        global factormenuKp
        factormenuKp=2;
    case 3
        global texPx13
        texPx13='Cables adicionales apantallados-un conductor. Kp=0.6.';
        global factormenuKp
        factormenuKp=3;
    case 4
        global texPx13
        texPx13='Cables adicionales apantallados-un conductor. Kp=0.4.';
        global factormenuKp
        factormenuKp=4;
    case 5
        global texPx13
        texPx13='Ducto de cables protegido contra rayo. Kp=0.1.';
        global factormenuKp
        factormenuKp=5;
    case 6
        global texPx13
        texPx13='Cable protegido contra rayo. Kp=0.02.';
        global factormenuKp
        factormenuKp=6;
```

```
    otherwise
        global texPx13
        texPx13='Cables adicionales apantallados-tubo de acero. Kp=0.01.';
        global factormenuKp
        factormenuKp=7;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuKp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuKp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuUw.
function menuUw_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuUw (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuUw contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuUw
switch get(handles.menuUw,'Value');
    case 1
        global factormenuUw
        factormenuUw=1;
    case 2
        global texPx14
        texPx14='Cable de telecomunicaciones - Aislado en papel - Equipo electrónico.
Uw=1.5kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=2;
    case 3
        global texPx14
        texPx14='Aparato eléctrico para usuario (Un <= 1kV).   Uw=2.5kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=3;
    case 4
        global texPx14
        texPx14='Cable de telecomunicaciones - Aislado en PVC.   Uw5=kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=4;
    case 5
        global texPx14
        texPx14='Aparato eléctrico para red (Un <= 1kV).   Uw=6kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=5;
    case 6
        global texPx14
        texPx14='Tensión nominal  Un <= 1kV.   Uw=15kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=6;
    case 7
        global texPx14
        texPx14='Tensión nominal  1kV < Un <= 3kV.   Uw=45kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=7;
    case 8
        global texPx14
        texPx14='Tensión nominal  3kV < Un <= 6kV.   Uw=60kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=8;
```

```
    case 9
        global texPx14
        texPx14='Tensión nominal  6kV < Un <= 10kV.   Uw=75kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=9;
    case 10
        global texPx14
        texPx14='Tensión nominal  10kV < Un <= 15kV.   Uw=95kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=10;
    otherwise
        global texPx14
        texPx14='Tensión nominal  15kV < Un <= 20kV.  Uw=125kV.';
        global factormenuUw
        factormenuUw=11;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuUw_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuUw (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function mostrarUwacometida_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to mostrarUwacometida (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% --- Executes on button press in checkbox6.
function checkbox6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox6
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global texPx15
    texPx15='Acometidas de servicios con conductores metálicos no apantallados.';
    global eleccion
    eleccion=2;
    set(handles.noeval,'string','No evaluar las demás opciones de este recuadro');
else
    global texPx15
    texPx15='Acometidas de servicios con conductores metálicos apantallados.';
    global eleccion
    eleccion=1;
    set(handles.noeval,'string','');
end

% --- Executes on selection change in menutelecom.
function menutelecom_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutelecom (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menutelecom contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menutelecom
switch get(handles.menutelecom,'Value');
    case 1
    case 2
        global texPx16
```

```
        texPx16='No corresponde a líneas de telecomunicaciones.';
        global factortelecom
        factortelecom=1;
    case 3
        global texPx16
        texPx16='Líneas de telecomunicaciones con apantallamiento de plomo.';
        global factortelecom
        factortelecom=2;
    otherwise
        global texPx16
        texPx16='Líneas de telecomunicaciones con apantallamiento de aluminio.';
        global factortelecom
        factortelecom=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menutelecom_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutelecom (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPprimaz.
function menuPprimaz_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPprimaz (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPprimaz contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPprimaz
switch get(handles.menuPprimaz,'Value');
    case 1
        global factorPrimaz
        factorPrimaz=1;
    case 2
        global texPx11
        texPx11='No se implementan DPSs conforme a la normatividad nacional vigente.';
        global factorPrimaz
        factorPrimaz=2;
    otherwise
        global texPx11
        texPx11='Se implementan DPSs conforme a la normatividad nacional vigente.';
        global factorPrimaz
        factorPrimaz=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPprimaz_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPprimaz (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in probabilidadesacometida.
function probabilidadesacometida_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to probabilidadesacometida (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
global factormenupa
if factormenupa==1
    global PA;
    PA='';
    set(handles.valorpa,'string',PA);
else
    if factormenupa==2
        global PA;
        PA=1;
        set(handles.valorpa,'string',PA);
    else
        if factormenupa==3
            global PA;
            PA=0.01;
            set(handles.valorpa,'string',PA);
        else
            if factormenupa==4
                global PA;
                PA=0.01;
                set(handles.valorpa,'string',PA);
            else
                if factormenupa==5
                    global PA;
                    PA=0.1;
                    set(handles.valorpa,'string',PA);
                else
                    if factormenupa==6
                        global PA;
                        PA=0.0001;
                        set(handles.valorpa,'string',PA);
                    else
                        if factormenupa==7
                            global PA;
                            PA=0.001;
                            set(handles.valorpa,'string',PA);
                        else
                            if factormenupa==8
                                global PA;
                                PA=0.001;
                                set(handles.valorpa,'string',PA);
                            else
                                if factormenupa==9
                                    global PA;
                                    PA=0.00001;
                                    set(handles.valorpa,'string',PA);
                                else
                                end
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

global factormenupb
if factormenupb==1
    global PB;
    PB='';
    set(handles.valorpb,'string',PB);
else
    if factormenupb==2
        global PB;
        PB=1;
        set(handles.valorpb,'string',PB);
    else
```

```
        if factormenupb==3
            global PB;
            PB=0.2;
            set(handles.valorpb,'string',PB);
        else
            if factormenupb==4
                global PB;
                PB=0.1;
                set(handles.valorpb,'string',PB);
            else
                if factormenupb==5
                    global PB;
                    PB=0.05;
                    set(handles.valorpb,'string',PB);
                else
                    if factormenupb==6
                        global PB;
                        PB=0.02;
                        set(handles.valorpb,'string',PB);
                    else
                        if factormenupb==7
                            global PB;
                            PB=0.01;
                            set(handles.valorpb,'string',PB);
                        else
                            if factormenupb==8
                                global PB;
                                PB=0.001;
                                set(handles.valorpb,'string',PB);
                            else
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

global factormenupc
if factormenupc==1
    global Pc;
    Pc='';
    set(handles.valorpc,'string',Pc);
else
    if factormenupc==2
        global Pc;
        Pc=1;
        set(handles.valorpc,'string',Pc)
    else
        if factormenupc==3
            global Pc;
            Pc=0.03;
            set(handles.valorpc,'string',Pc);
        else
            if factormenupc==4
                global Pc;
                Pc=0.02;
                set(handles.valorpc,'string',Pc);
            else
                if factormenupc==5
                    global Pc;
                    Pc=0.01;
                    set(handles.valorpc,'string',Pc);
                else
                end
            end
        end
```

```
    end
end

global indicadorKs3
if indicadorKs3==1
    global factorKs3
    factorKs3=0.1;
else
    if indicadorKs3==2
        global factorKs3
        factorKs3=1;
    else
        global texPx4
        texPx4='Sin cableado en conduit metálico aterrizado en sus extremos al barraje
equipotencial.';
        global factorKs3
        factorKs3=1;
    end
end


global factormenuKs3
if factormenuKs3==1
    global Ks3;
    Ks3='';
    set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
else
    if factormenuKs3==2
        global factorKs3;
        global Ks3;
        Ks3=1*factorKs3;
        set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
    else
        if factormenuKs3==3
            global factorKs3;
            global Ks3;
            Ks3=0.2*factorKs3;
            set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
        else
            if factormenuKs3==4
                global factorKs3;
                global Ks3;
                Ks3=0.02*factorKs3;
                set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
            else
                if factormenuKs3==5
                    global factorKs3;
                    global Ks3;
                    Ks3=0.001*factorKs3;
                    set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
                else
                    if factormenuKs3==6
                        global factorKs3;
                        global Ks3;
                        Ks3=0.0002*factorKs3;
                        set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
                    else
                        if factormenuKs3==7
                            global factorKs3;
                            global Ks3;
                            Ks3=0.0001*factorKs3;
                            set(handles.mostrarKs3,'string',Ks3);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        end
```

```
    end
end

global valorUw
valorUw=str2double(get(handles.valoruw,'string'));
global anchoW
anchoW=str2double(get(handles.valorw,'string'));
global Ks1
global Ks2
global Ks3
global Ks4
global Kms
Ks1=0.12*anchoW;
Ks2=0.12*anchoW;
Ks4=1.5/valorUw;
Kms=Ks1*Ks2*Ks3*Ks4;
set(handles.mostrarKms,'string',Kms);
if Kms >= 0.4 ;
    global Pmstabla
    Pmstabla=1;
else
   if Kms >= 0.15;
       global Pmstabla
       Pmstabla=0.9;
   else
       if Kms >= 0.07;
           global Pmstabla
           Pmstabla=0.5;
       else
           if Kms >= 0.035;
               global Pmstabla
               Pmstabla=0.1;
           else
               if Kms >= 0.021;
                   global Pmstabla
                   Pmstabla=0.01;
               else
                   if Kms >= 0.016;
                       global Pmstabla
                       Pmstabla=0.005;
                   else
                       if Kms >= 0.015;
                           global Pmstabla
                           Pmstabla=0.003;
                       else
                           if Kms >= 0.014;
                               global Pmstabla
                               Pmstabla=0.001;
                           else
                               global Pmstabla
                               Pmstabla=0.0001;
                           end
                       end
                   end
               end
           end
       end
   end
end
set(handles.mostrarPms,'string',Pmstabla);

global factormenuPms
if factormenuPms==1
else
    if factormenuPms==2
        global Pms
        Pms=1;
        set(handles.mostrarPms,'string',Pms);
```

```
    else
        if factormenuPms==3
            global Pms
            global Pmstabla
            Pms=Pmstabla;
            set(handles.mostrarPms,'string',Pms);
        else
        end
    end
end
global factormenuPM
if factormenuPM==1
else
    if factormenuPM==2
        global Pms
        global Pc
        global PM
        if Pc < Pms
            PM=Pc;
            set(handles.mostrarPM,'string',PM);
        else
            PM=Pms;
            set(handles.mostrarPM,'string',PM);
        end
    else
        if factormenuPM==3
            global Pms
            global PM
            PM=Pms;
            set(handles.mostrarPM,'string',PM);
        else
        end
    end
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% EVALUAR PL1 PARA P´z

global factormenuPL1PprimaZ
if factormenuPL1PprimaZ==1;
else
    if factormenuPL1PprimaZ==2;
        global texPx10
        texPx10='Sin pantalla.';
        global valorUw
        global PL1PprimaZ
        if valorUw <= 1.5;
            PL1PprimaZ=1;
            set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
        else
            if valorUw <= 2.5;
            PL1PprimaZ=0.4;
            set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
            else
                if valorUw <= 4;
                PL1PprimaZ=0.2;
                set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                else
                     if valorUw<=6
                     PL1PprimaZ=1;
                     set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                     else
                     end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1PprimaZ==3;
            global valorUw
```

```
    global PL1PprimaZ
    if valorUw <= 1.5;
        PL1PprimaZ=0.5;
        set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
    else
        if valorUw <= 2.5;
            PL1PprimaZ=0.2;
            set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
        else
            if valorUw <= 4;
                PL1PprimaZ=0.1;
                set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
            else
                if valorUw<=6
                    PL1PprimaZ=0.05;
                    set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                else
                end
            end
        end
    end
else
    if factormenuPL1PprimaZ==4;
        global valorUw
        global PL1PprimaZ
        if valorUw <= 1.5;
            PL1PprimaZ=0.15;
            set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
        else
            if valorUw <= 2.5;
                PL1PprimaZ=0.06;
                set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
            else
                if valorUw <= 4;
                    PL1PprimaZ=0.03;
                    set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                else
                    if valorUw<=6
                        PL1PprimaZ=0.2;
                        set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                    else
                    end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1PprimaZ==5;
            global valorUw
            global PL1PprimaZ
            if valorUw <= 1.5;
                PL1PprimaZ=0.04;
                set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
            else
                if valorUw <= 2.5;
                    PL1PprimaZ=0.02;
                    set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                else
                    if valorUw <= 4;
                        PL1PprimaZ=0.008;
                        set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                    else
                        if valorUw<=6
                            PL1PprimaZ=0.004;
                            set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                        else
                        end
                    end
                end
```

```
                end
            else
                if factormenuPL1PprimaZ==6;
                    global valorUw
                    global PL1PprimaZ
                    if valorUw <= 1.5;
                        PL1PprimaZ=0.02;
                        set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                    else
                        if valorUw <= 2.5;
                            PL1PprimaZ=0.008;
                            set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                        else
                            if valorUw <= 4;
                                PL1PprimaZ=0.004;
                                set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                            else
                                if valorUw<=6
                                    PL1PprimaZ=0.002;
                                    set(handles.mostrarPL1PprimaZ,'string',PL1PprimaZ);
                                else
                                end
                            end
                        end
                    end
                else
                end
            end
        end
    end
end


global acometidasn
acometidasn=str2double(get(handles.nacometidas,'string'));
global valorRs
valorRs=str2double(get(handles.resistenciaRs,'string'));
global Ia
global valorKp
global Uwacometida
global eleccion
global valorKd
global factormenuKd
if factormenuKd==1
    global valorKd
    valorKd='';
    set(handles.mostrarKd,'string',valorKd);
else
    if factormenuKd==2
        global valorKd
        valorKd=1;
        set(handles.mostrarKd,'string',valorKd);
    else
        if factormenuKd==3
            global valorKd
            valorKd=0.4;
            set(handles.mostrarKd,'string',valorKd);
        else
        end
    end
end
global factormenuKp
if factormenuKp==1;
    global valorKp
    valorKp='';
    set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
else
```

```
    if factormenuKp==2;
        global valorKp
        valorKp=1;
        set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
    else
        if factormenuKp==3;
            global valorKp
            valorKp=0.6;
            set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
        else
            if factormenuKp==4;
                global valorKp
                valorKp=0.4;
                set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
            else
                if factormenuKp==5;
                    global valorKp
                    valorKp=0.1;
                    set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
                else
                    if factormenuKp==6;
                        global valorKp
                        valorKp=0.02;
                        set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
                    else
                        if factormenuKp==7;
                            global valorKp
                            valorKp=0.01;
                            set(handles.mostrarKp,'string',valorKp);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

global factormenuUw
if factormenuUw==1;
    global Uwacometida
    Uwacometida='';
    set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
else
    if factormenuUw==2;
        global Uwacometida
        Uwacometida=1.5;
        set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
    else
        if factormenuUw==3;
            global Uwacometida
            Uwacometida=2.5;
            set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
        else
            if factormenuUw==4;
                global Uwacometida
                Uwacometida=5;
                set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
            else
                 if factormenuUw==5;
                     global Uwacometida
                     Uwacometida=6;
                     set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
                 else
                     if factormenuUw==6;
                         global Uwacometida
                         Uwacometida=15;
                         set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
```

```
                    else
                        if factormenuUw==7;
                            global Uwacometida
                            Uwacometida=45;
                            set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
                        else
                            if factormenuUw==8;
                                global Uwacometida
                                Uwacometida=60;
                                set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
                            else
                                if factormenuUw==9;
                                    global Uwacometida
                                    Uwacometida=75;
                                    set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
                                else
                                    if factormenuUw==10;
                                        global Uwacometida
                                        Uwacometida=95;

set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
                                    else
                                        if factormenuUw==11;
                                            global Uwacometida
                                            Uwacometida=125;

set(handles.mostrarUwacometida,'string',Uwacometida);
                                        else
                                        end
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

global eleccion
if eleccion==1
    global Ia
    Ia=25*acometidasn*Uwacometida/(valorRs*valorKd*valorKp);
    set(handles.mostrarIa,'string',Ia);
    global Iados
    Iados=25*Uwacometida/(valorRs*valorKd*valorKp);
    set(handles.mostrarIados,'string',Iados);
else
    if eleccion==2
        global Ia
        Ia=0;
        set(handles.mostrarIa,'string',Ia);
        global Iados
        Iados=0;
        set(handles.mostrarIados,'string',Iados);
    else
        global texPx15
        texPx15='Acometidas de servicios con conductores metálicos apantallados.';
        global Ia
        Ia=25*acometidasn*Uwacometida/(valorRs*valorKd*valorKp);
        set(handles.mostrarIa,'string',Ia);
        global Iados
        Iados=25*Uwacometida/(valorRs*valorKd*valorKp);
        set(handles.mostrarIados,'string',Iados);
    end
end
```

```
global Pprimatabla
global Pprimatablados

if Ia==0
    global Pprimatabla
    Pprimatabla=1;
else
    if Ia <= 3
        global Pprimatabla
        Pprimatabla=0.99;
    else
        if Ia <= 5
            global Pprimatabla
            Pprimatabla=0.95;
        else
            if Ia <= 10
                global Pprimatabla
                Pprimatabla=0.9;
            else
                if Ia <= 20
                    global Pprimatabla
                    Pprimatabla=0.8;
                else
                    if Ia <= 30
                        global Pprimatabla
                        Pprimatabla=0.6;
                    else
                        if Ia <= 40
                            global Pprimatabla
                            Pprimatabla=0.4;
                        else
                            if Ia <= 50
                                global Pprimatabla
                                Pprimatabla=0.3;
                            else
                                if Ia <= 60
                                    global Pprimatabla
                                    Pprimatabla=0.2;
                                else
                                    if Ia <= 80
                                        global Pprimatabla
                                        Pprimatabla=0.1;
                                    else
                                        if Ia <= 100
                                            global Pprimatabla
                                            Pprimatabla=0.1;
                                        else
                                            if Ia <= 150
                                                global Pprimatabla
                                                Pprimatabla=0.05;
                                            else
                                                if Ia <= 200
                                                    global Pprimatabla
                                                    Pprimatabla=0.01;
                                                else
                                                    if Ia <= 300
                                                        global Pprimatabla
                                                        Pprimatabla=0.005;
                                                    else
                                                        if Ia <= 400
                                                            global Pprimatabla
                                                            Pprimatabla=0.002;
                                                        else
                                                            if Ia <= 600
                                                                global Pprimatabla
                                                                Pprimatabla=0.001;
                                                            else
```

```
                                                                    end
                                                                end
                                                            end
                                                        end
                                                    end
                                                end
                                            end
                                        end
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPprimatabla,'string',Pprimatabla);

global Pprimatablados
if Iados == 0
    global Pprimatablados
    Pprimatablados=1;
else
    if Iados <= 3
        global Pprimatablados
        Pprimatablados=0.99;
    else
        if Iados <= 5
            global Pprimatablados
            Pprimatablados=0.95;
        else
            if Iados <= 10
                global Pprimatablados
                Pprimatablados=0.9;
            else
                if Iados <= 20
                    global Pprimatablados
                    Pprimatablados=0.8;
                else
                    if Iados <= 30
                        global Pprimatablados
                        Pprimatablados=0.6;
                    else
                        if Iados <= 40
                            global Pprimatablados
                            Pprimatablados=0.4;
                        else
                            if Iados <= 50
                                global Pprimatablados
                                Pprimatablados=0.3;
                            else
                                if Iados <= 60
                                    global Pprimatablados
                                    Pprimatablados=0.2;
                                else
                                    if Iados <= 80
                                        global Pprimatablados
                                        Pprimatablados=0.1;
                                    else
                                        if Iados <= 100
                                            global Pprimatablados
                                            Pprimatablados=0.1;
                                        else
                                            if Iados <= 150
                                                global Pprimatablados
                                                Pprimatablados=0.05;
                                            else
                                                if Iados <= 200
```

```
                                        global Pprimatablados
                                        Pprimatablados=0.01;
                                    else
                                        if Iados <= 300
                                            global Pprimatablados
                                            Pprimatablados=0.005;
                                        else
                                            if Iados <= 400
                                                global Pprimatablados
                                                Pprimatablados=0.002
                                            else
                                                if Iados <= 600
                                                    global Pprimatablados
                                                    Pprimatablados=0.001
                                                else
                                                end
                                            end
                                        end
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPprimatablados,'string',Pprimatablados);

global PprimaB
global Pprimatabla
PprimaB=Pprimatabla;
set(handles.mostrarPprimaB,'string',PprimaB);
global Pprimac
Pprimac=Pprimatabla;
set(handles.mostrarPprimac,'string',Pprimac);

global Pprimatablados
global Pprimav
global factortelecom
if factortelecom==1
    Pprimav=Pprimatablados;
else
    if factortelecom==2
        if Iados>40
            global Pprimav
            Pprimav=0.4;
        else
            global Pprimav
            Pprimav=Pprimatablados;
        end
    else
        if factortelecom==3
            if Iados>20
                global Pprimav
                Pprimav=0.8;
            else
                global Pprimav
                Pprimav=Pprimatablados;
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPprimav,'string',Pprimav);
```

```
global Pprimaw
Pprimaw=Pprimatablados;
set(handles.mostrarPprimaw,'string',Pprimaw);

global factorPrimaz
if factorPrimaz==1
else
    if factorPrimaz==3
        global Pprimaz
        global PL1PprimaZ
        global Pc
        if Pc < PL1PprimaZ
            Pprimaz=Pc;
            set(handles.mostrarPprimaz,'string',Pprimaz);
        else
            global Pprimaz
            global PL1PprimaZ
            Pprimaz=PL1PprimaZ;
            set(handles.mostrarPprimaz,'string',Pprimaz);
        end
    else
        if factorPrimaz==2
            global Pprimaz
            global PL1PprimaZ
            Pprimaz=PL1PprimaZ;
            set(handles.mostrarPprimaz,'string',Pprimaz);
        else
        end
    end
end

global factormenuPM
if factormenuPM==1
else
    if factormenuPM==2
        global Pms
        global Pc
        global PM
        if Pc < Pms
            PM=Pc;
            set(handles.mostrarPM,'string',PM);
        else
            PM=Pms;
            set(handles.mostrarPM,'string',PM);
        end
    else
        if factormenuPM==3
            global Pms
            global PM
            PM=Pms;
            set(handles.mostrarPM,'string',PM);
        else
        end
    end
end

% --- Executes on button press in notaacometida.
function notaacometida_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to notaacometida (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
NOTA_ACOMETIDA

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes2

image(imread('resultadoProb.bmp'))
axis off
```

ANEXO 4. Código fuente para la GUI EVAL_PU_PV_PW_PZ

```
function varargout = EVAL_PU_PV_PW_PZ(varargin)
% EVAL_PU_PV_PW_PZ M-file for EVAL_PU_PV_PW_PZ.fig
%      EVAL_PU_PV_PW_PZ, by itself, creates a new EVAL_PU_PV_PW_PZ or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = EVAL_PU_PV_PW_PZ returns the handle to a new EVAL_PU_PV_PW_PZ or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      EVAL_PU_PV_PW_PZ('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in EVAL_PU_PV_PW_PZ.M with the given input arguments.
%
%      EVAL_PU_PV_PW_PZ('Property','Value',...) creates a new EVAL_PU_PV_PW_PZ or raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before EVAL_PU_PV_PW_PZ_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to EVAL_PU_PV_PW_PZ_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help EVAL_PU_PV_PW_PZ

% Last Modified by GUIDE v2.5 03-Aug-2010 20:00:17

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @EVAL_PU_PV_PW_PZ_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @EVAL_PU_PV_PW_PZ_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before EVAL_PU_PV_PW_PZ is made visible.
function EVAL_PU_PV_PW_PZ_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to EVAL_PU_PV_PW_PZ (see VARARGIN)

% Choose default command line output for EVAL_PU_PV_PW_PZ
```

```
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes EVAL_PU_PV_PW_PZ wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = EVAL_PU_PV_PW_PZ_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;


global evalcaso1
if evalcaso1==1
    set(handles.anunciocaso1,'string','EVALUAR');
else
    if evalcaso1==2;
        set(handles.anunciocaso1,'string','NO EVALUAR');
    else
        set(handles.anunciocaso1,'string','NO EVALUAR');
    end
end

global evalcaso2
if evalcaso2==1
    set(handles.anunciocaso2,'string','EVALUAR');
else
    if evalcaso2==2;
        set(handles.anunciocaso2,'string','NO EVALUAR');
    else
        set(handles.anunciocaso2,'string','NO EVALUAR');
    end
end

global evalcaso3
if evalcaso3==1
    set(handles.anunciocaso3,'string','EVALUAR');
else
    if evalcaso3==2;
        set(handles.anunciocaso3,'string','NO EVALUAR');
    else
        set(handles.anunciocaso3,'string','NO EVALUAR');
    end
end


global evalcaso4
if evalcaso4==1
    set(handles.anunciocaso4,'string','EVALUAR');
else
    if evalcaso4==2;
        set(handles.anunciocaso4,'string','NO EVALUAR');
    else
        set(handles.anunciocaso4,'string','NO EVALUAR');
    end
end

% --- Executes on selection change in menutabla19caso1.
function menutabla19caso1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso1 (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menutabla19caso1 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menutabla19caso1
switch get(handles.menutabla19caso1,'Value');
    case 1
    case 2
        global Pxtexto1
        Pxtexto1='Cable no apantallado.';
        global nopantalla
        nopantalla=1;
    case 3
        global Pxtexto1
        Pxtexto1='Cable apantallado con resistencia de pantalla 5<Rs<=20 Ohm/km. ';
        global nopantalla
        nopantalla=2;
    case 4
        global Pxtexto1
        Pxtexto1='Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global nopantalla
        nopantalla=3;
    otherwise
        global Pxtexto1
        Pxtexto1='Cable apantallado con resistencia de pantalla Rs<=1 Ohm/km. ';
        global nopantalla
        nopantalla=4;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menutabla19caso1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPvcaso1.
function menuPvcaso1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPvcaso1 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPvcaso1
switch get(handles.menuPvcaso1,'Value');
    case 1
        global factormenuPu
        factormenuPu=1;
    case 2
        global Pxtexto2
        Pxtexto2='Los DPS cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPu
        factormenuPu=2;
    otherwise
        global Pxtexto2
        Pxtexto2='Los DPS no cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPu
        factormenuPu=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPvcaso1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso1 (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPL1caso1.
function menuPL1caso1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPL1caso1 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPL1caso1
switch get(handles.menuPL1caso1,'Value');
    case 1
        global factormenuPL1
        factormenuPL1=1;
    case 2
        global Pxtexto4
        Pxtexto4='Sin pantalla.';
        global factormenuPL1
        factormenuPL1=2;
    case 3
        global Pxtexto4
        Pxtexto4='Con pantalla no conectada a barra equipotencial a la cual esta conectada
el equipo.';
        global factormenuPL1
        factormenuPL1=3;
    case 4
        global Pxtexto4
        Pxtexto4='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 5<Rs<=20  Ohm/km.';
        global factormenuPL1
        factormenuPL1=4;
    case 5
        global Pxtexto4
        Pxtexto4='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global factormenuPL1
        factormenuPL1=5;
    otherwise
        global Pxtexto4
        Pxtexto4='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. Rs<=1 Ohm/km.';
        global factormenuPL1
        factormenuPL1=6;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPL1caso1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPwPzcaso1.
function menuPwPzcaso1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPwPzcaso1 contents as cell array
```

```
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPwPzcaso1
switch get(handles.menuPwPzcaso1,'Value');
    case 1
        global factormenuPwPz
        factormenuPwPz=1;
    case 2
        global Pxtexto3
        Pxtexto3='Existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPz
        factormenuPwPz=2;
    otherwise
        global Pxtexto3
        Pxtexto3='No existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPz
        factormenuPwPz=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPwPzcaso1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPvcaso2.
function menuPvcaso2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPvcaso2 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPvcaso2
switch get(handles.menuPvcaso2,'Value');
    case 1
        global factormenuPucaso2
        factormenuPucaso2=1;
    case 2
        global Pxtexto6
        Pxtexto6='Los DPS cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPucaso2
        factormenuPucaso2=2;
    otherwise
        global Pxtexto6
        Pxtexto6='Los DPS no cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPucaso2
        factormenuPucaso2=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPvcaso2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menutabla19caso2.
```

```
function menutabla19caso2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menutabla19caso2 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menutabla19caso2
switch get(handles.menutabla19caso2,'Value');
    case 1
    case 2
        global Pxtexto5
        Pxtexto5='Cable no apantallado.';
        global nopantallacaso2
        nopantallacaso2=1;
    case 3
        global Pxtexto5
        Pxtexto5='Cable apantallado con resistencia de pantalla 5<Rs<=20 Ohm/km. ';
        global nopantallacaso2
        nopantallacaso2=2;
    case 4
        global Pxtexto5
        Pxtexto5='Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global nopantallacaso2
        nopantallacaso2=3;
    otherwise
        global Pxtexto5
        Pxtexto5='Cable apantallado con resistencia de pantalla Rs<=1 Ohm/km. ';
        global nopantallacaso2
        nopantallacaso2=4;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menutabla19caso2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPwPzcaso2.
function menuPwPzcaso2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPwPzcaso2 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPwPzcaso2
switch get(handles.menuPwPzcaso2,'Value');
    case 1
        global factormenuPwPzcaso2
        factormenuPwPzcaso2=1;
    case 2
        global Pxtexto7
        Pxtexto7='Existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPzcaso2
        factormenuPwPzcaso2=2;
    otherwise
        global Pxtexto7
        Pxtexto7='No existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPzcaso2
        factormenuPwPzcaso2=3;
end
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPwPzcaso2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuPL1caso2.
function menuPL1caso2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPL1caso2 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPL1caso2
switch get(handles.menuPL1caso2,'Value');
    case 1
        global factormenuPL1caso2
        factormenuPL1caso2=1;
    case 2
        global Pxtexto8
        Pxtexto8='Sin pantalla.';
        global factormenuPL1caso2
        factormenuPL1caso2=2;
    case 3
        global Pxtexto8
        Pxtexto8='Con pantalla no conectada a barra equipotencial a la cual esta conectada
el equipo.';
        global factormenuPL1caso2
        factormenuPL1caso2=3;
    case 4
        global Pxtexto8
        Pxtexto8='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 5<Rs<=20  Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso2
        factormenuPL1caso2=4;
    case 5

        global Pxtexto8
        Pxtexto8='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso2
        factormenuPL1caso2=5;
    otherwise
        global Pxtexto8
        Pxtexto8='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. Rs<=1 Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso2
        factormenuPL1caso2=6;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPL1caso2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes on selection change in menuPvcaso3.
function menuPvcaso3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPvcaso3 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPvcaso3
switch get(handles.menuPvcaso3,'Value');
    case 1
        global factormenuPucaso3
        factormenuPucaso3=1;
    case 2
        global Pxtexto10
        Pxtexto10='Los DPS cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPucaso3
        factormenuPucaso3=2;
    otherwise
        global Pxtexto10
        Pxtexto10='Los DPS no cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPucaso3
        factormenuPucaso3=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPvcaso3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menutabla19caso3.
function menutabla19caso3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menutabla19caso3 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menutabla19caso3
switch get(handles.menutabla19caso3,'Value');
    case 1
    case 2
        global Pxtexto9
        Pxtexto9='Cable no apantallado.';
        global nopantallacaso3
        nopantallacaso3=1;
    case 3
        global Pxtexto9
        Pxtexto9='Cable apantallado con resistencia de pantalla 5<Rs<=20 Ohm/km. ';
        global nopantallacaso3
        nopantallacaso3=2;
    case 4
        global Pxtexto9
        Pxtexto9='Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global nopantallacaso3
        nopantallacaso3=3;
    otherwise
        global Pxtexto9
        Pxtexto9='Cable apantallado con resistencia de pantalla Rs<=1 Ohm/km. ';
        global nopantallacaso3
        nopantallacaso3=4;
end
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menutabla19caso3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPwPzcaso3.
function menuPwPzcaso3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPwPzcaso3 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPwPzcaso3
switch get(handles.menuPwPzcaso3,'Value');
    case 1
        global factormenuPwPzcaso3
        factormenuPwPzcaso3=1;
    case 2
        global Pxtexto11
        Pxtexto11='Existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPzcaso3
        factormenuPwPzcaso3=2;
    otherwise
        global Pxtexto11
        Pxtexto11='No existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPzcaso3
        factormenuPwPzcaso3=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPwPzcaso3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPL1caso3.
function menuPL1caso3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPL1caso3 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPL1caso3

switch get(handles.menuPL1caso3,'Value');
    case 1
        global factormenuPL1caso3
        factormenuPL1caso3=1;
    case 2
        global Pxtexto12
        Pxtexto12='Sin pantalla.';
        global factormenuPL1caso3
        factormenuPL1caso3=2;
```

```
    case 3
        global Pxtexto12
        Pxtexto12='Con pantalla no conectada a barra equipotencial a la cual esta conectada
el equipo.';
        global factormenuPL1caso3
        factormenuPL1caso3=3;
    case 4
        global Pxtexto12
        Pxtexto12='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 5<Rs<=20  Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso3
        factormenuPL1caso3=4;
    case 5
        global Pxtexto12
        Pxtexto12='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso3
        factormenuPL1caso3=5;
    otherwise
        global Pxtexto12
        Pxtexto12='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. Rs<=1 Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso3
        factormenuPL1caso3=6;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPL1caso3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuPvcaso4.
function menuPvcaso4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPvcaso4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPvcaso4
switch get(handles.menuPvcaso4,'Value');
    case 1
        global factormenuPucaso4
        factormenuPucaso4=1;
    case 2
        global Pxtexto14
        Pxtexto14='Los DPS cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPucaso4
        factormenuPucaso4=2;
    otherwise
        global Pxtexto14
        Pxtexto14='Los DPS no cumplen los requerimientos de equipotencialización.';
        global factormenuPucaso4
        factormenuPucaso4=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPvcaso4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPvcaso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
```

```
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menutabla19caso4.
function menutabla19caso4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menutabla19caso4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menutabla19caso4
switch get(handles.menutabla19caso4,'Value');
    case 1
    case 2
        global Pxtexto13
        Pxtexto13='Cable no apantallado.';
        global nopantallacaso4
        nopantallacaso4=1;
    case 3
        global Pxtexto13
        Pxtexto13='Cable apantallado con resistencia de pantalla 5<Rs<=20 Ohm/km. ';
        global nopantallacaso4
        nopantallacaso4=2;
    case 4
         global Pxtexto13
        Pxtexto13='Cable apantallado con resistencia de pantalla 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global nopantallacaso4
        nopantallacaso4=3;
    otherwise
        global Pxtexto13
        Pxtexto13='Cable apantallado con resistencia de pantalla Rs<=1 Ohm/km. ';
        global nopantallacaso4
        nopantallacaso4=4;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menutabla19caso4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menutabla19caso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPwPzcaso4.
function menuPwPzcaso4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPwPzcaso4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPwPzcaso4
switch get(handles.menuPwPzcaso4,'Value');
    case 1
        global factormenuPwPzcaso4
        factormenuPwPzcaso4=1;
    case 2
        global Pxtexto15
        Pxtexto15='Existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPzcaso4
        factormenuPwPzcaso4=2;
    otherwise
```

```
        global Pxtexto15
        Pxtexto15='No existe coordinación de DPSs para protección y reducción de fallas de
sistemas internos.';
        global factormenuPwPzcaso4
        factormenuPwPzcaso4=3;
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPwPzcaso4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPwPzcaso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in menuPL1caso4.
function menuPL1caso4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuPL1caso4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuPL1caso4
switch get(handles.menuPL1caso4,'Value');
    case 1
        global factormenuPL1caso4
        factormenuPL1caso4=1;
    case 2
        global Pxtexto16
        Pxtexto16='Sin pantalla.';
        global factormenuPL1caso4
        factormenuPL1caso4=2;
    case 3
        global Pxtexto16
        Pxtexto16='Con pantalla no conectada a barra equipotencial a la cual esta conectada
el equipo.';
        global factormenuPL1caso4
        factormenuPL1caso4=3;
    case 4
        global Pxtexto16
        Pxtexto16='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 5<Rs<=20  Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso4
        factormenuPL1caso4=4;
    case 5
        global Pxtexto16
        Pxtexto16='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. 1<Rs<=5 Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso4
        factormenuPL1caso4=5;
    otherwise
        global Pxtexto16
        Pxtexto16='Apantallamiento y equipo unido a barra equipotencial. Rs<=1 Ohm/km.';
        global factormenuPL1caso4
        factormenuPL1caso4=6;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuPL1caso4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuPL1caso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end



% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes1

image(imread('resultadosPcaso1.bmp'))
axis off

function meterUwcaso4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterUwcaso4 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterUwcaso4 as a double
global Uwcaso4
Uwcaso4=str2double(get(handles.meterUwcaso4,'string'));

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterUwcaso4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


function meterUwcaso2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterUwcaso2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterUwcaso2 as a double
global Uwcaso2
Uwcaso2=str2double(get(handles.meterUwcaso2,'string'));

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterUwcaso2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


function meterUwcaso3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterUwcaso3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterUwcaso3 as a double
global Uwcaso3
Uwcaso3=str2double(get(handles.meterUwcaso3,'string'));

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterUwcaso3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end



function meterUwcaso1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of meterUwcaso1 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of meterUwcaso1 as a double
global Uwcaso1
Uwcaso1=str2double(get(handles.meterUwcaso1,'string'));

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function meterUwcaso1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to meterUwcaso1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on button press in casosProbabilidad.
function casosProbabilidad_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to casosProbabilidad (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)


%     Evaluación de Pu, Pv, Pw  y  Pz       CASO1


global nopantalla
global PLD
global Uwcaso1
if nopantalla == 1;
    global PLD
    PLD=1;
else
    if Uwcaso1 <= 1.5;
        if nopantalla == 2;
            global PLD
            PLD=1;
        else
            if nopantalla == 3;
            global PLD
            PLD=0.8;
            else
```

```
                if nopantalla == 4;
                global PLD
                PLD=0.4;
                else
                end
            end
        end
    else
        if Uwcaso1 <= 2.5;
            if nopantalla == 2;
                global PLD
                PLD=0.95;
            else
                if nopantalla == 3;
                    global PLD
                    PLD=0.6;
                else
                    if nopantalla == 4;
                        global PLD
                        PLD=0.2;
                    else
                    end
                end
            end
        else
            if Uwcaso1 <= 4;
                if nopantalla == 2;
                    global PLD
                    PLD=0.9;
                else
                    if nopantalla == 3;
                        global PLD
                        PLD=0.3;
                    else
                        if nopantalla == 4;
                            global PLD
                            PLD=0.04;
                        else
                        end
                    end
                end
            else
                if Uwcaso1 <= 6;
                    if nopantalla == 2;
                        global PLD
                        PLD=0.8;
                    else
                        if nopantalla == 3;
                            global PLD
                            PLD=0.1;
                        else
                            if nopantalla == 4;
                                global PLD
                                PLD=0.02;
                            else
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPLD,'string',PLD);


global factormenuPu
if factormenuPu==1;
```

```
else
    if factormenuPu==2;
        global PLD
        global Pc
        global Pu
        global Pv
        if Pc < PLD
            global Pc
            global Pu
            global Pv
            global PA
            Pu=Pc*PA;
            Pv=Pc;
            set(handles.mostrarPu,'string',Pu);
            set(handles.mostrarPv,'string',Pv);
        else
            global Pv
            global PA
            global PLD
            global Pu
            Pu=PLD*PA;
            Pv=PLD;
            set(handles.mostrarPu,'string',Pu);
            set(handles.mostrarPv,'string',Pv);
        end
    else
        if factormenuPu==3;
            global PLD
            global Pv
            global Pu
            global PA
            Pu=PLD*PA;
            Pv=PLD;
            set(handles.mostrarPu,'string',Pu);
            set(handles.mostrarPv,'string',Pv);
        end
    end
end

global factormenuPwPz
if factormenuPwPz==1
else
    if factormenuPwPz==2
        global eleccionPz
        eleccionPz=1;
        global PLD
        global Pw
        global Pc
        if Pc < PLD
            global Pc
            global Pw
            Pw=Pc;
            set(handles.mostrarPw,'string',Pw);
        else
            global Pw
            global PLD
            Pw=PLD;
            set(handles.mostrarPw,'string',Pw);
        end
    else
        if factormenuPwPz==3
            global eleccionPz
            eleccionPz=2;
            global Pw
            global PLD
            Pw=PLD;
            set(handles.mostrarPw,'string',Pw);
        else
```

```
        end
    end
end



global factormenuPL1
if factormenuPL1==1;
else
    if factormenuPL1==2;
        global Uwcaso1
        global PL1
        if Uwcaso1 <= 1.5;
            PL1=1;
            set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
        else
            if Uwcaso1 <= 2.5;
            PL1=0.4;
            set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
            else
                if Uwcaso1 <= 4;
                PL1=0.2;
                set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                else
                     if Uwcaso1<=6
                     PL1=1;
                     set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                     else
                     end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1==3;
            global Uwcaso1
            global PL1
            if Uwcaso1 <= 1.5;
                PL1=0.5;
                set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
            else
                if Uwcaso1 <= 2.5;
                    PL1=0.2;
                    set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                else
                    if Uwcaso1 <= 4;
                        PL1=0.1;
                        set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                    else
                        if Uwcaso1<=6
                            PL1=0.05;
                            set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        else
            if factormenuPL1==4;
                global Uwcaso1
                global PL1
                if Uwcaso1 <= 1.5;
                    PL1=0.15;
                    set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                else
                    if Uwcaso1 <= 2.5;
                        PL1=0.06;
                        set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
```

```
                    else
                        if Uwcaso1 <= 4;
                            PL1=0.03;
                            set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                        else
                            if Uwcaso1<=6
                                PL1=0.2;
                                set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                            else
                            end
                        end
                    end
                end
            else
                if factormenuPL1==5;
                    global Uwcaso1
                    global PL1
                    if Uwcaso1 <= 1.5;
                        PL1=0.04;
                        set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                    else
                        if Uwcaso1<= 2.5;
                            PL1=0.02;
                            set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                        else
                            if Uwcaso1 <= 4;
                                PL1=0.008;
                                set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                            else
                                if Uwcaso1<=6
                                    PL1=0.004;
                                    set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                                else
                                end
                            end
                        end
                    end
                else
                    if factormenuPL1==6;
                        global Uwcaso1
                        global PL1
                        if Uwcaso1 <= 1.5;
                            PL1=0.02;
                            set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                        else
                            if Uwcaso1 <= 2.5;
                                PL1=0.008;
                                set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                            else
                                if Uwcaso1 <= 4;
                                    PL1=0.004;
                                    set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                                else
                                    if Uwcaso1<=6
                                        PL1=0.002;
                                        set(handles.mostrarPL1,'string',PL1);
                                    else
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    else
                    end
                end
            end
        end
    end
end
```

```
global eleccionPz
if eleccionPz==1
    global Pc
    global PL1
    if Pc<PL1
        global Pz
        Pz=Pc;
        set(handles.mostrarPz,'string',Pz);
    else
        global Pz
        Pz=PL1;
        set(handles.mostrarPz,'string',Pz);
    end
else
    if eleccionPz==2
        global Pz
        Pz=PL1;
        set(handles.mostrarPz,'string',Pz);
    else
    end
end

%     Evaluación de Pu, Pv, Pw  y  Pz       CASO2


global nopantallacaso2
global PLDcaso2
global Uwcaso2
if nopantallacaso2 == 1;
    global PLDcaso2
    PLDcaso2=1;
else
    if Uwcaso2 <= 1.5;
        if nopantallacaso2 == 2;
            global PLDcaso2
            PLDcaso2=1;
        else
            if nopantallacaso2 == 3;
            global PLDcaso2
            PLDcaso2=0.8;
            else
                if nopantallacaso2 == 4;
                global PLDcaso2
                PLDcaso2=0.4;
                else
                end
            end
        end
    else
        if Uwcaso2 <= 2.5;
            if nopantallacaso2 == 2;
                global PLDcaso2
                PLDcaso2=0.95;
            else
                if nopantallacaso2 == 3;
                    global PLDcaso2
                    PLDcaso2=0.6;
                else
                    if nopantallacaso2 == 4;
                        global PLDcaso2
                        PLDcaso2=0.2;
                    else
                    end
                end
            end
        else
            if Uwcaso2 <= 4;
```

```
                if nopantallacaso2 == 2;
                    global PLDcaso2
                    PLDcaso2=0.9;
                else
                    if nopantallacaso2 == 3;
                        global PLDcaso2
                        PLDcaso2=0.3;
                    else
                        if nopantallacaso2 == 4;
                            global PLDcaso2
                            PLDcaso2=0.04;
                        else
                        end
                    end
                end
            else
                if Uwcaso2 <= 6;
                    if nopantallacaso2 == 2;
                        global PLDcaso2
                        PLDcaso2=0.8;
                    else
                        if nopantallacaso2 == 3;
                            global PLDcaso2
                            PLDcaso2=0.1;
                        else
                            if nopantallacaso2 == 4;
                                global PLDcaso2
                                PLDcaso2=0.02;
                            else
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPLDcaso2,'string',PLDcaso2);


global factormenuPucaso2
if factormenuPucaso2==1;
else
    if factormenuPucaso2==2;
        global PLDcaso2
        global Pc
        global Pucaso2
        global Pvcaso2
        if Pc < PLDcaso2
            global Pc
            global Pucaso2
            global Pvcaso2
            global PA
            Pucaso2=Pc*PA;
            Pvcaso2=Pc;
            set(handles.mostrarPucaso2,'string',Pucaso2);
            set(handles.mostrarPvcaso2,'string',Pvcaso2);
        else
            global Pvcaso2
            global PA
            global PLDcaso2
            global Pucaso2
            Pucaso2=PLDcaso2*PA;
            Pvcaso2=PLDcaso2;
            set(handles.mostrarPucaso2,'string',Pucaso2);
            set(handles.mostrarPvcaso2,'string',Pvcaso2);
        end
    else
```

```
        if factormenuPucaso2==3;
            global PLDcaso2
            global Pvcaso2
            global Pucaso2
            global PA
            Pucaso2=PLDcaso2*PA;
            Pvcaso2=PLDcaso2;
            set(handles.mostrarPucaso2,'string',Pucaso2);
            set(handles.mostrarPvcaso2,'string',Pvcaso2);
        end
    end
end

global factormenuPwPzcaso2
if factormenuPwPzcaso2==1
else
    if factormenuPwPzcaso2==2
        global eleccionPzcaso2
        eleccionPzcaso2=1;
        global PLDcaso2
        global Pwcaso2
        global Pc
        if Pc < PLDcaso2
            global Pc
            global Pwcaso2
            Pwcaso2=Pc;
            set(handles.mostrarPwcaso2,'string',Pwcaso2);
        else
            global Pwcaso2
            global PLDcaso2
            Pwcaso2=PLDcaso2;
            set(handles.mostrarPwcaso2,'string',Pwcaso2);
        end
    else
        if factormenuPwPzcaso2==3
            global eleccionPzcaso2
            eleccionPzcaso2=2;
            global Pwcaso2
            global PLDcaso2
            Pwcaso2=PLDcaso2;
            set(handles.mostrarPwcaso2,'string',Pwcaso2);
        else
        end
    end
end


global factormenuPL1caso2
if factormenuPL1caso2==1;
else
    if factormenuPL1caso2==2;
        global Uwcaso2
        global PL1caso2
        if Uwcaso2 <= 1.5;
            PL1caso2=1;
            set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
        else
            if Uwcaso2 <= 2.5;
            PL1caso2=0.4;
            set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
            else
                if Uwcaso2 <= 4;
                PL1caso2=0.2;
                set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                else
                     if Uwcaso2<=6
                     PL1caso2=1;
                     set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
```

```
                else
                end
            end
        end
    end
else
    if factormenuPL1caso2==3;
        global Uwcaso2
        global PL1caso2
        if Uwcaso2<= 1.5;
            PL1caso2=0.5;
            set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
        else
            if Uwcaso2 <= 2.5;
                PL1caso2=0.2;
                set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
            else
                if Uwcaso2 <= 4;
                    PL1caso2=0.1;
                    set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                else
                    if Uwcaso2<=6
                        PL1caso2=0.05;
                        set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                    else
                    end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1caso2==4;
            global Uwcaso2
            global PL1caso2
            if Uwcaso2 <= 1.5;
                PL1caso2=0.15;
                set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
            else
                if Uwcaso2 <= 2.5;
                    PL1caso2=0.06;
                    set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                else
                    if Uwcaso2 <= 4;
                        PL1caso2=0.03;
                        set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                    else
                        if Uwcaso2<=6
                            PL1caso2=0.2;
                            set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        else
            if factormenuPL1caso2==5;
                global Uwcaso2
                global PL1caso2
                if Uwcaso2 <= 1.5;
                    PL1caso2=0.04;
                    set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                else
                    if Uwcaso2 <= 2.5;
                        PL1caso2=0.02;
                        set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                    else
                        if Uwcaso2 <= 4;
                            PL1caso2=0.008;
                            set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
```

```
                            else
                                if Uwcaso2<=6
                                    PL1caso2=0.004;
                                    set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                                else
                                end
                            end
                        end
                    end
                else
                    if factormenuPL1caso2==6;
                        global Uwcaso2
                        global PL1caso2
                        if Uwcaso2 <= 1.5;
                            PL1caso2=0.02;
                            set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                        else
                            if Uwcaso2 <= 2.5;
                                PL1caso2=0.008;
                                set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                            else
                                if Uwcaso2 <= 4;
                                    PL1caso2=0.004;
                                    set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                                else
                                    if Uwcaso2<=6
                                        PL1caso2=0.002;
                                        set(handles.mostrarPL1caso2,'string',PL1caso2);
                                    else
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    else
                    end
                end
            end
        end
    end
end


global eleccionPzcaso2
if eleccionPzcaso2==1
    global Pc
    global PL1caso2
    if Pc<PL1caso2
        global Pzcaso2
        Pzcaso2=Pc;
        set(handles.mostrarPzcaso2,'string',Pzcaso2);
    else
        global Pzcaso2
        Pzcaso2=PL1caso2;
        set(handles.mostrarPzcaso2,'string',Pzcaso2);
    end
else
    if eleccionPzcaso2==2
        global Pzcaso2
        Pzcaso2=PL1caso2;
        set(handles.mostrarPzcaso2,'string',Pzcaso2);
    else
    end
end

%     Evaluación de Pu, Pv, Pw  y  Pz       CASO3

global nopantallacaso3
global PLDcaso3
```

```
global Uwcaso3
if nopantallacaso3 == 1;
    global PLDcaso3
    PLDcaso3=1;
else
    if Uwcaso3 <= 1.5;
        if nopantallacaso3 == 2;
            global PLDcaso3
            PLDcaso3=1;
        else
            if nopantallacaso3 == 3;
            global PLDcaso3
            PLDcaso3=0.8;
            else
                if nopantallacaso3 == 4;
                global PLDcaso3
                PLDcaso3=0.4;
                else
                end
            end
        end
    else
        if Uwcaso3 <= 2.5;
            if nopantallacaso3 == 2;
                global PLDcaso3
                PLDcaso3=0.95;
            else
                if nopantallacaso3 == 3;
                    global PLDcaso3
                    PLDcaso3=0.6;
                else
                    if nopantallacaso3 == 4;
                        global PLDcaso3
                        PLDcaso3=0.2;
                    else
                    end
                end
            end
        else
            if Uwcaso3 <= 4;
                if nopantallacaso3 == 2;
                    global PLDcaso3
                    PLDcaso3=0.9;
                else
                    if nopantallacaso3 == 3;
                        global PLDcaso3
                        PLDcaso3=0.3;
                    else
                        if nopantallacaso3 == 4;
                            global PLDcaso3
                            PLDcaso3=0.04;
                        else
                        end
                    end
                end
            else
                if Uwcaso3 <= 6;
                    if nopantallacaso3 == 2;
                        global PLDcaso3
                        PLDcaso3=0.8;
                    else
                        if nopantallacaso3 == 3;
                            global PLDcaso3
                            PLDcaso3=0.1;
                        else
                            if nopantallacaso3 == 4;
                                global PLDcaso3
                                PLDcaso3=0.02;
```

```
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPLDcaso3,'string',PLDcaso3);

global factormenuPucaso3
if factormenuPucaso3==1;
else
    if factormenuPucaso3==2;
        global PLDcaso3
        global Pc
        global Pucaso3
        global Pvcaso3
        if Pc < PLDcaso3
            global Pc
            global Pucaso3
            global Pvcaso3
            global PA
            Pucaso3=Pc*PA;
            Pvcaso3=Pc;
            set(handles.mostrarPucaso3,'string',Pucaso3);
            set(handles.mostrarPvcaso3,'string',Pvcaso3);
        else
            global Pvcaso3
            global PA
            global PLDcaso3
            global Pucaso3
            Pucaso3=PLDcaso3*PA;
            Pvcaso3=PLDcaso3;
            set(handles.mostrarPucaso3,'string',Pucaso3);
            set(handles.mostrarPvcaso3,'string',Pvcaso3);
        end
    else
        if factormenuPucaso3==3;
            global PLDcaso3
            global Pvcaso3
            global Pucaso3
            global PA
            Pucaso3=PLDcaso3*PA;
            Pvcaso3=PLDcaso3;
            set(handles.mostrarPucaso3,'string',Pucaso3);
            set(handles.mostrarPvcaso3,'string',Pvcaso3);
        end
    end
end

global factormenuPwPzcaso3
if factormenuPwPzcaso3==1
else
    if factormenuPwPzcaso3==2
        global eleccionPzcaso3
        eleccionPcaso3z=1;
        global PLDcaso3
        global Pwcaso3
        global Pc
        if Pc < PLDcaso3
            global Pc
            global Pwcaso3
            Pwcaso3=Pc;
            set(handles.mostrarPwcaso3,'string',Pwcaso3);
        else
            global Pwcaso3
```

```
            global PLDcaso3
            Pwcaso3=PLDcaso3;
            set(handles.mostrarPwcaso3,'string',Pwcaso3);
        end
    else
        if factormenuPwPzcaso3==3
            global eleccionPzcaso3
            eleccionPzcaso3=2;
            global Pwcaso3
            global PLDcaso3
            Pwcaso3=PLDcaso3;
            set(handles.mostrarPwcaso3,'string',Pwcaso3);
        else
        end
    end
end

global factormenuPL1caso3
if factormenuPL1caso3==1;
else
    if factormenuPL1caso3==2;

        global Uwcaso3
        global PL1caso3
        if Uwcaso3 <= 1.5;
            PL1caso3=1;
            set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
        else
            if Uwcaso3 <= 2.5;
            PL1caso3=0.4;
            set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
            else
                if Uwcaso3 <= 4;
                PL1caso3=0.2;
                set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                else
                     if Uwcaso3<=6
                     PL1caso3=1;
                     set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                     else
                     end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1caso3==3;
            global Uwcaso3
            global PL1caso3
            if Uwcaso3 <= 1.5;
                PL1caso3=0.5;
                set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
            else
                if Uwcaso3 <= 2.5;
                    PL1caso3=0.2;
                    set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                else
                    if Uwcaso3 <= 4;
                        PL1caso3=0.1;
                        set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                    else
                        if Uwcaso3<=6
                            PL1caso3=0.05;
                            set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
```

```
else
    if factormenuPL1caso3==4;
        global Uwcaso3
        global PL1caso3
        if Uwcaso3 <= 1.5;
            PL1caso3=0.15;
            set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
        else
            if Uwcaso3 <= 2.5;
                PL1caso3=0.06;
                set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
            else
                if Uwcaso3 <= 4;
                    PL1caso3=0.03;
                    set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                else
                    if Uwcaso3<=6
                        PL1caso3=0.2;
                        set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                    else
                    end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1caso3==5;
            global vUwcaso3
            global PL1caso3
            if Uwcaso3 <= 1.5;
                PL1caso3=0.04;
                set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
            else
                if Uwcaso3 <= 2.5;
                    PL1caso3=0.02;
                    set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                else
                    if Uwcaso3 <= 4;
                        PL1caso3=0.008;
                        set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                    else
                        if Uwcaso3<=6
                            PL1caso3=0.004;
                            set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        else
            if factormenuPL1caso3==6;
                global Uwcaso3
                global PL1caso3
                if Uwcaso3 <= 1.5;
                    PL1caso3=0.02;
                    set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                else
                    if Uwcaso3 <= 2.5;
                        PL1caso3=0.008;
                        set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                    else
                        if Uwcaso3 <= 4;
                            PL1caso3=0.004;
                            set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                        else
                            if Uwcaso3<=6
                                PL1caso3=0.002;
                                set(handles.mostrarPL1caso3,'string',PL1caso3);
                            else
```

```
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    else
                    end
                end
            end
        end
    end
end


global eleccionPzcaso3
if eleccionPzcaso3==1
    global Pc
    global PL1caso3
    if Pc<PL1caso3
        global Pzcaso3
        Pzcaso3=Pc;
        set(handles.mostrarPzcaso3,'string',Pzcaso3);
    else
        global Pzcaso3
        Pzcaso3=PL1caso3;
        set(handles.mostrarPzcaso3,'string',Pzcaso3);
    end
else
    if eleccionPzcaso3==2
        global Pzcaso3
        Pzcaso3=PL1caso3;
        set(handles.mostrarPzcaso3,'string',Pzcaso3);
    else
    end
end

%     Evaluación de Pu, Pv, Pw  y  Pz       CASO4

global nopantallacaso4
global PLDcaso4
global Uwcaso4
if nopantallacaso4 == 1;
    global PLDcaso4
    PLDcaso4=1;
else
    if Uwcaso4 <= 1.5;
        if nopantallacaso4 == 2;
            global PLDcaso4
            PLDcaso4=1;
        else
            if nopantallacaso4 == 3;
            global PLDcaso4
            PLDcaso4=0.8;
            else
                if nopantallacaso4 == 4;
                global PLDcaso4
                PLDcaso4=0.4;
                else
                end
            end
        end
    else
        if Uwcaso4 <= 2.5;
            if nopantallacaso4 == 2;
                global PLDcaso4
                PLDcaso4=0.95;
            else
                if nopantallacaso4 == 3;
                    global PLDcaso4
```

```
                    PLDcaso4=0.6;
                else
                    if nopantallacaso4 == 4;
                        global PLDcaso4
                        PLDcaso4=0.2;
                    else
                    end
                end
            end
        else
            if Uwcaso4 <= 4;
                if nopantallacaso4 == 2;
                    global PLDcaso4
                    PLDcaso4=0.9;
                else
                    if nopantallacaso4 == 3;
                        global PLDcaso4
                        PLDcaso4=0.3;
                    else
                        if nopantallacaso4 == 4;
                            global PLDcaso4
                            PLDcaso4=0.04;
                        else
                        end
                    end
                end
            else
                if Uwcaso4 <= 6;
                    if nopantallacaso4 == 2;
                        global PLDcaso4
                        PLDcaso4=0.8;
                    else
                        if nopantallacaso4 == 3;
                            global PLDcaso4
                            PLDcaso4=0.1;
                        else
                            if nopantallacaso4 == 4;
                                global PLDcaso4
                                PLDcaso4=0.02;
                            else
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
set(handles.mostrarPLDcaso4,'string',PLDcaso4);


global factormenuPucaso4
if factormenuPucaso4==1;
else
    if factormenuPucaso4==2;
        global PLDcaso4
        global Pc
        global Pucaso4
        global Pvcaso4
        if Pc < PLDcaso4
            global Pc
            global Pucaso4
            global Pvcaso4
            global PA
            Pucaso4=Pc*PA;
            Pvcaso4=Pc;
            set(handles.mostrarPucaso4,'string',Pucaso4);
            set(handles.mostrarPvcaso4,'string',Pvcaso4);
```

```
        else
            global Pvcaso4
            global PA
            global PLDcaso4
            global Pucaso4
            Pucaso4=PLDcaso4*PA;
            Pvcaso4=PLDcaso4;
            set(handles.mostrarPucaso4,'string',Pucaso4);
            set(handles.mostrarPvcaso4,'string',Pvcaso4);
        end
    else
        if factormenuPucaso4==3;
            global PLDcaso4
            global Pvcaso4
            global Pucaso4
            global PA
            Pucaso4=PLDcaso4*PA;
            Pvcaso4=PLD;
            set(handles.mostrarPucaso4,'string',Pucaso4);
            set(handles.mostrarPvcaso4,'string',Pvcaso4);
        end
    end
end

global factormenuPwPzcaso4
if factormenuPwPzcaso4==1
else
    if factormenuPwPzcaso4==2
        global eleccionPzcaso4
        eleccionPzcaso4=1;
        global PLDcaso4
        global Pwcaso4
        global Pc
        if Pc < PLDcaso4
            global Pc
            global Pwcaso4
            Pwcaso4=Pc;
            set(handles.mostrarPwcaso4,'string',Pwcaso4);
        else
            global Pwcaso4
            global PLDcaso4
            Pwcaso4=PLDcaso4;
            set(handles.mostrarPwcaso4,'string',Pwcaso4);
        end
    else
        if factormenuPwPzcaso4==3
            global eleccionPzcaso4
            eleccionPzcaso4=2;
            global Pwcaso4
            global PLDcaso4
            Pwcaso4=PLDcaso4;
            set(handles.mostrarPwcaso4,'string',Pwcaso4);
        else
        end
    end
end

global factormenuPL1caso4
if factormenuPL1caso4==1;
else
    if factormenuPL1caso4==2;
        global Uwcaso4
        global PL1caso4
        if Uwcaso4 <= 1.5;
            PL1caso4=1;
            set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
        else
            if Uwcaso4 <= 2.5;
```

```
        PL1caso4=0.4;
        set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
        else
            if Uwcaso4 <= 4;
            PL1caso4=0.2;
            set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
            else
                 if Uwcaso4<=6
                 PL1caso4=1;
                 set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                 else
                 end
            end
        end
    end
else
    if factormenuPL1caso4==3;
        global Uwcaso4
        global PL1caso4
        if Uwcaso4 <= 1.5;
            PL1caso4=0.5;
            set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
        else
            if Uwcaso4 <= 2.5;
                PL1caso4=0.2;
                set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
            else
                if Uwcaso4 <= 4;
                    PL1caso4=0.1;
                    set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                else
                    if Uwcaso4 <=6
                        PL1caso4=0.05;
                        set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                    else
                    end
                end
            end
        end
    else
        if factormenuPL1caso4==4;
            global Uwcaso4
            global PL1caso4
            if Uwcaso4 <= 1.5;
                PL1caso4=0.15;
                set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
            else
                if Uwcaso4 <= 2.5;
                    PL1caso4=0.06;
                    set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                else
                    if Uwcaso4 <= 4;
                        PL1caso4=0.03;
                        set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                    else
                        if Uwcaso4 <=6
                            PL1caso4=0.2;
                            set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                        else
                        end
                    end
                end
            end
        else
            if factormenuPL1caso4==5;
                global Uwcaso4
                global PL1caso4
                if Uwcaso4 <= 1.5;
```

```
                    PL1caso4=0.04;
                    set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                else
                    if Uwcaso4 <= 2.5;
                        PL1caso4=0.02;
                        set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                    else
                        if Uwcaso4 <= 4;
                            PL1caso4=0.008;
                            set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                        else
                            if Uwcaso4 <=6
                                PL1caso4=0.004;
                                set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                            else
                            end
                        end
                    end
                end
            else
                if factormenuPL1caso4==6;
                    global Uwcaso4
                    global PL1caso4
                    if Uwcaso4 <= 1.5;
                        PL1caso4=0.02;
                        set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                    else
                        if Uwcaso4 <= 2.5;
                            PL1caso4=0.008;
                            set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                        else
                            if Uwcaso4 <= 4;
                                PL1caso4=0.004;
                                set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                            else
                                if Uwcaso4 <=6
                                    PL1caso4=0.002;
                                    set(handles.mostrarPL1caso4,'string',PL1caso4);
                                else
                                end
                            end
                        end
                    end
                else
                end
            end
        end
    end
end


global eleccionPzcaso4
if eleccionPzcaso4==1
    global Pc
    global PL1caso4
    if Pc<PL1caso4
        global Pzcaso4
        global Pc
        Pzcaso4=Pc;
        set(handles.mostrarPzcaso4,'string',Pzcaso4);
    else
        global Pzcaso4
        global PL1caso4
        Pzcaso4=PL1caso4;
        set(handles.mostrarPzcaso4,'string',Pzcaso4);
    end
else
```

```
    if eleccionPzcaso4==2
        global PL1caso4
        global Pzcaso4
        Pzcaso4=PL1caso4;
        set(handles.mostrarPzcaso4,'string',Pzcaso4);
    else
    end
end

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

global directorio_menu_evaluacion
cd(directorio_menu_evaluacion);
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close EVAL_PU_PV_PW_PZ
```

ANEXO 5. Código fuente para la GUI PERDIDAS_LX

```
function varargout = PERDIDAS_LX(varargin)

% PERDIDAS_LX M-file for PERDIDAS_LX.fig
%      PERDIDAS_LX, by itself, creates a new PERDIDAS_LX or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = PERDIDAS_LX returns the handle to a new PERDIDAS_LX or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      PERDIDAS_LX('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in PERDIDAS_LX.M with the given input arguments.
%
%      PERDIDAS_LX('Property','Value',...) creates a new PERDIDAS_LX or raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before PERDIDAS_LX_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to PERDIDAS_LX_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help PERDIDAS_LX

% Last Modified by GUIDE v2.5 23-Jun-2010 00:16:34

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @PERDIDAS_LX_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @PERDIDAS_LX_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
```

```
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before PERDIDAS_LX is made visible.
function PERDIDAS_LX_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to PERDIDAS_LX (see VARARGIN)

% Choose default command line output for PERDIDAS_LX
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes PERDIDAS_LX wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = PERDIDAS_LX_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in irinicio.
function irinicio_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to irinicio (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global directorio_menu_evaluacion
cd(directorio_menu_evaluacion);
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close PERDIDAS_LX

% --- Executes on selection change in menuLtL1L4.
function menuLtL1L4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLtL1L4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuLtL1L4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuLtL1L4
switch get(handles.menuLtL1L4,'Value');

    case 1
        global LtL1L4;
        LtL1L4='';
    case 2
        global texLx1
        texLx1='Todos los tipos estructura: Personas dentro de la estructura.';
        global LtL1L4;
        LtL1L4=0.0001;

    otherwise
        global texLx1
        texLx1='Todos los tipos estructura: Personas fuera de la estructura.';
        global LtL1L4;
        LtL1L4=0.01;

end
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuLtL1L4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLtL1L4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuLfL1.
function menuLfL1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLfL1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuLfL1 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuLfL1
switch get(handles.menuLfL1,'Value');
    case 1
        global LfL1;
        LfL1='';

    case 2
        global texLx2
        texLx2='Hospitales, hoteles y edificios civiles.';
        global LfL1;
        LfL1=0.1;

    case 3
        global texLx2
        texLx2='Industrial, comercial y escuelas.';
        global LfL1;
        LfL1=0.05;

    otherwise
        global texLx2
        texLx2='Entretenimiento público, iglesias y museos.';
        global LfL1;
        LfL1=0.002;

end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuLfL1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLfL1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuLoL1.
function menuLoL1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLoL1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuLoL1 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuLoL1
switch get(handles.menuLoL1,'Value');
```

```
    case 1
        global LoL1;
        LoL1='';

    case 2
        global texLx3
        texLx3='Riesgo de explosión.';
        global LoL1;
        LoL1=0.1;
    case 3
        global texLx3
        texLx3='Hospitales.';
        global LoL1;
        LoL1=0.001;
  otherwise
        global texLx3
        texLx3='Sin riesgo de explosión.';
        global LoL1;
        LoL1=0;

end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuLoL1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLoL1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menusuperficie.
function menusuperficie_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menusuperficie (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menusuperficie contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menusuperficie
switch get(handles.menusuperficie,'Value');
    case 1
        global raru;
        raru='';

    case 2
        global texLx4
        texLx4='Agricultura, concreto.';
        global raru;
        raru=0.01;

    case 3
        global texLx4
        texLx4='Mármol, cerámica.';
        global raru;
        raru=0.001;

    case 4
        global texLx4
        texLx4='Gravilla, tapete.';
        global raru;
        raru=0.0001;

    otherwise
        global texLx4
```

```
        texLx4='Asfalto, madera, linóleo.';
        global raru;
        raru=0.00001;
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menusuperficie_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menusuperficie (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuprevencion.
function menuprevencion_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuprevencion (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuprevencion contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuprevencion
switch get(handles.menuprevencion,'Value');
    case 1
        global rp;
        rp='';

    case 2
        global texLx5
        texLx5='Sin medida de prevención.';
        global rp;
        rp=1;

    case 3
        global texLx5
        texLx5='Extintores manuales, alarmas manuales, hidrantes, compartimientos contra el
fuego, rutas de evacuación.';
        global rp;
        rp=0.5;


    otherwise
        global texLx5
        texLx5='Extintores automáticos, alarmas automáticas.';
        global rp;
        rp=0.2;

end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuprevencion_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuprevencion (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes on selection change in menufuego.
function menufuego_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menufuego (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menufuego contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menufuego
switch get(handles.menufuego,'Value');
    case 1
        global rf;
        rf='';

    case 2
        global texLx6
        texLx6='Explosión.';
        global rf;
        rf=1;

    case 3
        global texLx6
        texLx6='Alto.';
        global rf;
        rf=0.1;

    case 4
        global texLx6
        texLx6='Ordinario.';
        global rf;
        rf=0.01;

    case 5
        global texLx6
        texLx6='Bajo.';
        global rf;
        rf=0.001;

    otherwise
        global texLx6
        texLx6='Ninguno.';
        global rf;
        rf=0;

end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menufuego_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menufuego (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuclaseriesgo.
function menuclaseriesgo_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuclaseriesgo (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuclaseriesgo contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuclaseriesgo
switch get(handles.menuclaseriesgo,'Value');
    case 1
```

```
        global hz;
        hz='';

    case 2
        global texLx7
        texLx7='Sin riego especial.';
        global hz;
        hz=1;


    case 3
        global texLx7
        texLx7='Nivel bajo de pánico: Edificaciones de dos pisos y no más de 100 personas.';
        global hz;
        hz=2;


    case 4
        global texLx7
        texLx7='Nivel medio de pánico: Edificaciones para eventos culturales o deportivos y
de 100 a 1000 personas.';
        global hz;
        hz=5;


    case 5
        global texLx7
        texLx7='Dificultad de evacuación: Edificación con personas inmovilizadas.';
        global hz;
        hz=5;

    case 6
        global texLx7
        texLx7='Nivel alto de pánico: Edificaciones para eventos culturales y deportivos
para más de 1000 personas.';
        global hz;
        hz=10;

    case 7
        global texLx7
        texLx7='Peligro por ambiente alrededor.';
        global hz;
        hz=20;


    otherwise
        global texLx7
        texLx7='Contaminación por ambiente alrededor.';
        global hz;
        hz=50;


end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuclaseriesgo_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuclaseriesgo (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuLfLoL2.
```

```
function menuLfLoL2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLfLoL2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuLfLoL2 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuLfLoL2
switch get(handles.menuLfLoL2,'Value');
    case 1
        global LfL2;
        global LoL2;
        LfL2='';
        LoL2='';

    case 2
        global texLx8
        texLx8='Gas, acueducto.';
        global LfL2;
        global LoL2;
        LfL2=0.1;
        LoL2=0.01;

    otherwise
        global texLx8
        texLx8='TV, TLC, suministro de potencia.';
        global LfL2;
        global LoL2;
        LfL2=0.01;
        LoL2=0.001;

end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuLfLoL2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLfLoL2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuLfL4.
function menuLfL4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLfL4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuLfL4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuLfL4
switch get(handles.menuLfL4,'Value');
    case 1
        global LfL4;
        LfL4='';

    case 2
        global texLx9
        texLx9='Hospitales, industrias, museos, uso agrícola.';
        global LfL4;
        LfL4=0.5;

    case 3
        global texLx9
        texLx9='Hoteles, escuelas, oficinas, centros comerciales, iglesias, bancos.';
        global LfL4;
```

```
        LfL4=0.2;

    otherwise
        global texLx9
        texLx9='Otros.';
        global LfL4;
        LfL4=0.1;

end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuLfL4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLfL4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on selection change in menuLoL4.
function menuLoL4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLoL4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = get(hObject,'String') returns menuLoL4 contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from menuLoL4
switch get(handles.menuLoL4,'Value');
    case 1
        global LoL4;
        LoL4='';

    case 2
        global texLx10
        texLx9='Riesgo de explosión.';
        global LoL4;
        LoL4=0.1;

    case 3
        global texLx10
        texLx10='Hospitales, Industria, oficinas, hoteles, bancos.';
        global LoL4;
        LoL4=0.01;
    case 4
        global texLx10
        texLx10='Museos, uso agrícola, escuelas, iglesias, centros comerciales.';
        global LoL4;
        LoL4=0.001;

    otherwise
        global texLx10
        texLx10='Otros.';
        global LoL4;
        LoL4=0.0001;


end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function menuLoL4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to menuLoL4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
```

```
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in evalcantperdidas.
function evalcantperdidas_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to evalcantperdidas (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Perdidas de vidas humanas
global LtL1L4
global LfL1
global LtL1
global hz
global raru
global rp
global rf
global LoL1

global LaL1
LaL1=raru*LtL1L4;
set(handles.mostrarLaL1,'string',LaL1);
global LbL1
LbL1=rp*hz*rf*LfL1;
set(handles.mostrarLbL1,'string',LbL1);
global LuL1
LuL1=raru*LtL1L4;
set(handles.mostrarLuL1,'string',LuL1);
global LvL1
LvL1=rp*hz*rf*LfL1;
set(handles.mostrarLvL1,'string',LvL1);
global LcL1
LcL1=LoL1;
set(handles.mostrarLcL1,'string',LcL1);
global LmL1
LmL1=LoL1;
set(handles.mostrarLmL1,'string',LmL1);
global LwL1
LwL1=LoL1;
set(handles.mostrarLwL1,'string',LwL1);
global LzL1
LzL1=LoL1;
set(handles.mostrarLzL1,'string',LzL1);

% Perdida inaceptable del servicio publico
global LfL2
global LoL2

global LbL2
LbL2=rp*rf*LfL2;
set(handles.mostrarLbL2,'string',LbL2);
global LvL2
LvL2=rp*rf*LfL2;
set(handles.mostrarLvL2,'string',LvL2);
global LcL2
LcL2=LoL2;
set(handles.mostrarLcL2,'string',LcL2);
global LmL2
LmL2=LoL2;
set(handles.mostrarLmL2,'string',LmL2);
global LwL2
LwL2=LoL2;
set(handles.mostrarLwL2,'string',LwL2);
global LzL2
LzL2=LoL2;
```

```
set(handles.mostrarLzL2,'string',LzL2);
global LprimabL2
LprimabL2=LfL2;
set(handles.mostrarLprimabL2,'string',LprimabL2);
global LprimacL2
LprimacL2=LoL2;
set(handles.mostrarLprimacL2,'string',LprimacL2);
global LprimavL2
LprimavL2=LfL2;
set(handles.mostrarLprimavL2,'string',LprimavL2);
global LprimawL2
LprimawL2=LoL2;
set(handles.mostrarLprimawL2,'string',LprimawL2);
global LprimazL2
LprimazL2=LoL2;
set(handles.mostrarLprimazL2,'string',LprimazL2);

% Perdida de valor cultural irremplazable
global LbL3
LbL3=rp*rf*0.1;
set(handles.mostrarLbL3,'string',LbL3);
global LvL3
LvL3=rp*rf*0.1;
set(handles.mostrarLvL3,'string',LvL3);

% Perdidas economicas
global LfL4
global LoL4

global LaL4
LaL4=raru*LtL1L4;
set(handles.mostrarLaL4,'string',LaL4);
global LuL4
LuL4=raru*LtL1L4;
set(handles.mostrarLuL4,'string',LuL4);
global LbL4
LbL4=rp*rf*hz*LfL4;
set(handles.mostrarLbL4,'string',LbL4);
global LvL4
LvL4=rp*rf*hz*LfL4;
set(handles.mostrarLvL4,'string',LvL4);
global LcL4
LcL4=LoL4;
set(handles.mostrarLcL4,'string',LcL4);
global LmL4
LmL4=LoL4;
set(handles.mostrarLmL4,'string',LmL4);
global LwL4
LwL4=LoL4;
set(handles.mostrarLwL4,'string',LwL4);
global LzL4
LzL4=LoL4;
set(handles.mostrarLzL4,'string',LzL4);
global LprimabL4
LprimabL4=LfL4;
set(handles.mostrarLprimabL4,'string',LprimabL4);
global LprimavL4
LprimavL4=LfL4;
set(handles.mostrarLprimavL4,'string',LprimavL4);
global LprimacL4
LprimacL4=LoL4;
set(handles.mostrarLprimacL4,'string',LprimacL4);
global LprimawL4
LprimawL4=LoL4;
set(handles.mostrarLprimawL4,'string',LprimawL4);
global LprimazL4
LprimazL4=LoL4;
set(handles.mostrarLprimazL4,'string',LprimazL4);
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes3
image(imread('perdidasLx.bmp'))
axis off
```

ANEXO 6. Código fuente para la GUI SELECCION_COMPONENTES

```
function varargout = SELECCION_COMPONENTES(varargin)
% SELECCION_COMPONENTES M-file for SELECCION_COMPONENTES.fig
%      SELECCION_COMPONENTES, by itself, creates a new SELECCION_COMPONENTES or raises the
existing
%      singleton*.
%
%      H = SELECCION_COMPONENTES returns the handle to a new SELECCION_COMPONENTES or the
handle to
%      the existing singleton*.
%
%      SELECCION_COMPONENTES('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in SELECCION_COMPONENTES.M with the given input arguments.
%
%      SELECCION_COMPONENTES('Property','Value',...) creates a new SELECCION_COMPONENTES or
raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before SELECCION_COMPONENTES_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to SELECCION_COMPONENTES_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help SELECCION_COMPONENTES

% Last Modified by GUIDE v2.5 03-Aug-2010 11:35:47

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @SELECCION_COMPONENTES_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @SELECCION_COMPONENTES_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before SELECCION_COMPONENTES is made visible.
```

```
function SELECCION_COMPONENTES_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to SELECCION_COMPONENTES (see VARARGIN)

% Choose default command line output for SELECCION_COMPONENTES
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes SELECCION_COMPONENTES wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = SELECCION_COMPONENTES_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;


global factorcomp1
factorcomp1=0;
global factorcomp2
factorcomp2=0;
global factorcomp3
factorcomp3=0;
global factorcomp4
factorcomp4=0;

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global directorio_menu_evaluacion
cd(directorio_menu_evaluacion);
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close SELECCION_COMPONENTES

% --- Executes on button press in checkbox1.
function checkbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox1
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global textcomp1
    textcomp1='Estructura con riesgo de explosión, hospital u otra estructura donde la falla
de sistemas internos ponga en peligro la vida humana. ';
    global factorcomp1
    factorcomp1=1;
else
    global textcomp1
    textcomp1='No es estructura con riesgo de explosión, hospital u otra estructura donde la
falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana. ';
    global factorcomp1
    factorcomp1=0;
end
```

```
% --- Executes on button press in checkbox2.
function checkbox2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox2
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global textcomp2
    textcomp2='Propiedad dode pueda haber pérdida de animales.';
    global factorcomp2
    factorcomp2=1;
else
    global textcomp2
    textcomp2='No es propiedad dode pueda haber pérdida de animales.';
    global factorcomp2
    factorcomp2=0;
end

% --- Executes on button press in checkbox3.
function checkbox3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox3
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global textcomp3
    textcomp3='Se calcula para exteriores.';
    global factorcomp3
    factorcomp3=1;
else
    global textcomp3
    textcomp3='No corresponde a exteriores.';
    global factorcomp3
    factorcomp3=0;
end

% --- Executes on button press in checkbox4.
function checkbox4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkbox4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkbox4
if (get(hObject,'Value') == get(hObject,'Max'))
    global textcomp4
    textcomp4='Existe equipo sensible.';
    global factorcomp4
    factorcomp4=1;
else
    global textcomp4
    textcomp4='No existe equipo sensible.';
    global factorcomp4
    factorcomp4=0;
end
```

ANEXO 7. Código fuente para la GUI RESULTADOS_RIESGO

```
function varargout = RESULTADOS_RIESGO(varargin)
% RESULTADOS_RIESGO M-file for RESULTADOS_RIESGO.fig
%      RESULTADOS_RIESGO, by itself, creates a new RESULTADOS_RIESGO or raises the existing
%      singleton*.
```

```
%
%      H = RESULTADOS_RIESGO returns the handle to a new RESULTADOS_RIESGO or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      RESULTADOS_RIESGO('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in RESULTADOS_RIESGO.M with the given input arguments.
%
%      RESULTADOS_RIESGO('Property','Value',...) creates a new RESULTADOS_RIESGO or raises
the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before RESULTADOS_RIESGO_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to RESULTADOS_RIESGO_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help RESULTADOS_RIESGO

% Last Modified by GUIDE v2.5 27-Jul-2010 17:55:52

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @RESULTADOS_RIESGO_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @RESULTADOS_RIESGO_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before RESULTADOS_RIESGO is made visible.
function RESULTADOS_RIESGO_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to RESULTADOS_RIESGO (see VARARGIN)

% Choose default command line output for RESULTADOS_RIESGO
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes RESULTADOS_RIESGO wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = RESULTADOS_RIESGO_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;


format long

global ND
global NDda
global NM
global NL
global Ni
global NL2
global Ni2
global NL3
global Ni3
global NL4
global Ni4

global PA
global PB
global Pc
global PM
global Pu
global Pv
global Pw
global Pz
global Pucaso2
global Pvcaso2
global Pwcaso2
global Pzcaso2
global Pucaso3
global Pvcaso3
global Pwcaso3
global Pzcaso3
global Pucaso4
global Pvcaso4
global Pwcaso4
global Pzcaso4
global PprimaB
global Pprimac
global Pprimav
global Pprimaw
global Pprimaz


global LaL1
global LbL1
global LuL1
global LvL1
global LcL1
global LmL1
global LwL1
global LzL1


global LbL2
global LvL2
global LcL2
global LmL2
global LwL2
global LzL2
global LprimabL2
global LprimacL2
global LprimavL2
global LprimawL2
global LprimazL2

global LbL3
```

```
global LvL3


global LaL4
global LuL4
global LbL4
global LvL4
global LcL4
global LmL4
global LwL4
global LzL4
global LprimabL4
global LprimavL4
global LprimacL4
global LprimawL4
global LprimazL4

global factorcomp1
global factorcomp2
global factorcomp3
global factorcomp4

%                       R1 y sus componentes

global RA1
RA1=(ND*PA*LaL1)*factorcomp3;
set(handles.mostrarRA1,'string',RA1);
global RB1
RB1=ND*PB*LbL1;
set(handles.mostrarRB1,'string',RB1);
global Rc1
Rc1=(ND*Pc*LcL1)*factorcomp1*factorcomp4;
set(handles.mostrarRc1,'string',Rc1);
global Rm1
Rm1=(NM*PM*LmL1)*factorcomp1*factorcomp4;
set(handles.mostrarRm1,'string',Rm1);
global Ru1
Ru1=(NL+NDda)*Pu*LuL1+(NL2+NDda)*Pucaso2*LuL1+(NL3+NDda)*Pucaso3*LuL1+(NL4+NDda)*Pucaso4*LuL
1;
set(handles.mostrarRu1,'string',Ru1);
global Rv1
Rv1=(NL+NDda)*Pv*LvL1+(NL2+NDda)*Pvcaso2*LvL1+(NL3+NDda)*Pvcaso3*LvL1+(NL4+NDda)*Pvcaso4*LvL
1;
set(handles.mostrarRv1,'string',Rv1);
global Rw1
Rw1=((NL+NDda)*Pw*LwL1+(NL2+NDda)*Pwcaso2*LwL1+(NL3+NDda)*Pwcaso3*LwL1+(NL4+NDda)*Pwcaso4*Lw
L1)*factorcomp1*factorcomp4;
set(handles.mostrarRw1,'string',Rw1);

global Ncaso1
Ncaso1=(Ni-NL);
if Ncaso1<0
    Ncaso1=0;
else
end
global Ncaso2
Ncaso2=(Ni2-NL2);
if Ncaso2<0
    Ncaso2=0;
else
end
global Ncaso3
Ncaso3=(Ni3-NL3);
if Ncaso3<0
    Ncaso3=0;
else
end
global Ncaso4
```

```
Ncaso4=(Ni4-NL4);
if Ncaso4<0
    Ncaso4=0;
else
end

global Rz1
Rz1=(Ncaso1*Pz*LzL1+Ncaso2*Pzcaso2*LzL1+Ncaso3*Pzcaso3*LzL1+Ncaso4*Pzcaso4*LzL1)*factorcomp1
*factorcomp4;
set(handles.mostrarRz1,'string',Rz1);
global R1
R1=RA1+RB1+Rc1+Rm1+Ru1+Rv1+Rw1+Rz1;
set(handles.mostrarR1,'string',R1);

%                       R2 y sus componentes

global RB2
RB2=ND*PB*LbL2;
set(handles.mostrarRB2,'string',RB2);
global Rc2
Rc2=(ND*Pc*LcL2)*factorcomp4;
set(handles.mostrarRc2,'string',Rc2);
global Rm2
Rm2=(NM*PM*LmL2)*factorcomp4;
set(handles.mostrarRm2,'string',Rm2);
global Rv2
Rv2=(NL+NDda)*Pv*LvL2+(NL2+NDda)*Pvcaso2*LvL2+(NL3+NDda)*Pvcaso3*LvL2+(NL4+NDda)*Pvcaso4*LvL
2;
set(handles.mostrarRv2,'string',Rv2);
global Rw2
Rw2=((NL+NDda)*Pw*LwL2+(NL2+NDda)*Pwcaso2*LwL2+(NL3+NDda)*Pwcaso3*LwL2+(NL4+NDda)*Pwcaso4*Lw
L2)*factorcomp4;
set(handles.mostrarRw2,'string',Rw2);
global Rz2
Rz2=(Ncaso1*Pz*LzL2+Ncaso2*Pzcaso2*LzL2+Ncaso3*Pzcaso3*LzL2+Ncaso4*Pzcaso4*LzL2)*factorcomp4
;
set(handles.mostrarRz2,'string',Rz2);
global R2
R2=RB2+Rc2+Rm2+Rv2+Rw2+Rz2;
set(handles.mostrarR2,'string',R2);

% R3 y sus componentes

global RB3
RB3=ND*PB*LbL3;
set(handles.mostrarRB3,'string',RB3);
global Rv3
Rv3=(NL+NDda)*Pv*LvL3+(NL2+NDda)*Pvcaso2*LvL3+(NL3+NDda)*Pvcaso3*LvL3+(NL4+NDda)*Pvcaso4*LvL
3;
set(handles.mostrarRv3,'string',Rv3);
global R3
R3=RB3+Rv3;
set(handles.mostrarR3,'string',R3);

% R4 y sus componentes

global RA4
RA4=(ND*PA*LaL4)*factorcomp3*factorcomp2;
set(handles.mostrarRA4,'string',RA4);
global RB4
RB4=ND*PB*LbL4;
set(handles.mostrarRB4,'string',RB4);
global Rc4
Rc4=(ND*Pc*LcL4)*factorcomp4;
set(handles.mostrarRc4,'string',Rc4);
global Rm4
Rm4=(NM*PM*LmL4)*factorcomp4;
set(handles.mostrarRm4,'string',Rm4);
```

```
global Ru4
Ru4=((NL+NDda)*Pu*LuL4+(NL2+NDda)*Pucaso2*LuL4+(NL3+NDda)*Pucaso3*LuL4+(NL4+NDda)*Pucaso4*Lu
L4)*factorcomp2;
set(handles.mostrarRu4,'string',Ru4);
global Rv4
Rv4=(NL+NDda)*Pv*LvL4+(NL2+NDda)*Pvcaso2*LvL4+(NL3+NDda)*Pvcaso3*LvL4+(NL4+NDda)*Pvcaso4*LvL
4;
set(handles.mostrarRv4,'string',Rv4);
global Rw4
Rw4=((NL+NDda)*Pw*LwL4+(NL2+NDda)*Pwcaso2*LwL4+(NL3+NDda)*Pwcaso3*LwL4+(NL4+NDda)*Pwcaso4*Lw
L4)*factorcomp4;
set(handles.mostrarRw4,'string',Rw4);
global Rz4
Rz4=(Ncaso1*Pz*LzL4+Ncaso2*Pzcaso2*LzL4+Ncaso3*Pzcaso3*LzL4+Ncaso4*Pzcaso4*LzL4)*factorcomp4
;
set(handles.mostrarRz4,'string',Rz4);
global R4
R4=RA4+RB4+Rc4+Rm4+Ru4+Rv4+Rw4+Rz4;
set(handles.mostrarR4,'string',R4);

% Rprima2 y sus componentes
global Rprimab2
Rprimab2=ND*PprimaB*LprimabL2;
set(handles.mostrarRprimab2,'string',Rprimab2);
global Rprimac2
Rprimac2=ND*Pprimac*LprimacL2;
set(handles.mostrarRprimac2,'string',Rprimac2);
global Rprimav2
Rprimav2=(NL+NL2+NL3+NL4)*Pprimav*LprimavL2;
set(handles.mostrarRprimav2,'string',Rprimav2);
global Rprimaw2
Rprimaw2=(NL+NL2+NL3+NL4)*Pprimaw*LprimawL2;
set(handles.mostrarRprimaw2,'string',Rprimaw2);
global Rprimaz2
Rprimaz2=(Ncaso1+Ncaso2+Ncaso3+Ncaso4)*Pprimaz*LprimazL2;
set(handles.mostrarRprimaz2,'string',Rprimaz2);
global Rprima2
Rprima2=Rprimab2+Rprimac2+Rprimav2+Rprimaw2+Rprimaz2;
set(handles.mostrarRprima2,'string',Rprima2);

% Rprima4 y sus componentes
global Rprimab4
Rprimab4=ND*PprimaB*LprimabL4;
set(handles.mostrarRprimab4,'string',Rprimab4);
global Rprimac4
Rprimac4=ND*Pprimac*LprimacL4;
set(handles.mostrarRprimac4,'string',Rprimac4);
global Rprimav4
Rprimav4=(NL+NL2+NL3+NL4)*Pprimav*LprimavL4;
set(handles.mostrarRprimav4,'string',Rprimav4);
global Rprimaw4
Rprimaw4=(NL+NL2+NL3+NL4)*Pprimaw*LprimawL4;
set(handles.mostrarRprimaw4,'string',Rprimaw4);
global Rprimaz4
Rprimaz4=(Ncaso1+Ncaso2+Ncaso3+Ncaso4)*Pprimaz*LprimazL4;
set(handles.mostrarRprimaz4,'string',Rprimaz4);
global Rprima4
Rprima4=Rprimab4+Rprimac4+Rprimav4+Rprimaw4+Rprimaz4;
set(handles.mostrarRprima4,'string',Rprima4);

if R1 <= 1e-5
    global textoR1
    textoR1='CUMPLE';
    set(handles.text48,'string',textoR1);
else
    global textoR
    textoR1='NO CUMPLE';
    set(handles.text48,'string',textoR1);
```

```
end

if R2 <= 1e-3
    global textoR2
    textoR2='CUMPLE';
    set(handles.text49,'string',textoR2);
else
    global textoR2
    textoR2='NO CUMPLE';
    set(handles.text49,'string',textoR2);
end
if R3 <= 1e-3
    global textoR3
    textoR3='CUMPLE';
    set(handles.text50,'string',textoR3);
else
    global textoR3
    textoR3='NO CUMPLE';
    set(handles.text50,'string',textoR3);
end

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global directorio_menu_evaluacion
cd(directorio_menu_evaluacion);
EVALUACION_DE_COMPONENTES
close RESULTADOS_RIESGO

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
fid = fopen('RESULTADOS.txt','wt');
fprintf(fid,'                    INFORME DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'EVALUACIÓN DEL NÚMERO ANUAL DE EVENTOS PELIGROSOS:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
global DDT;
fprintf(fid,'      Densidad de descargas a tierra. DDT(rayos/km^2-año): %2.0f\n',DDT);
global Cd
fprintf(fid,'      Localización relativa. Cd: %2.2f\n',Cd);
global L;
fprintf(fid,'      Largo de la estructura. L(m): %6.0f\n',L);
global W
fprintf(fid,'      Ancho de la estructura. W(m): %6.0f\n',W);
global H;
fprintf(fid,'      Ancho de la estructura. H(m): %6.0f\n',H);
global areaAd
fprintf(fid,'      Área efectiva de la estructura aislada. Ad(m^2): %12.0f\n',areaAd);

global Ct
fprintf(fid,'      Tipo de transformador. Ct: %1.1f\n',Ct);
global Lda;
fprintf(fid,'      Largo de la estructura adyacente. L(m): %6.0f\n',Lda);
global Wda
fprintf(fid,'      Ancho de la estructura adyacente. W(m): %6.0f\n',Wda);
global Hda;
fprintf(fid,'      Ancho de la estructura adyacente. H(m): %6.0f\n',Hda);
global areaAda
fprintf(fid,'      Área efectiva de la estructura adyacente. Ad/a(m^2): %12.0f\n',areaAda);
global areaAm
fprintf(fid,'      Área de influencia de la estructura. Am(m^2): %12.0f\n',areaAm);
```

```
global Ce
fprintf(fid,'      Factor ambiental: Ce: %1.1f\n',Ce);
global p
fprintf(fid,'      Resistividad del terreno. p(Ohm-m): %6.0f\n',p);


fprintf(fid,'    Sección aérea de la acometida de potencia:\n');
global Lc
fprintf(fid,'       Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m):
%6.0f\n',Lc);
global Ha
fprintf(fid,'       Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m):
%6.0f\n',Ha);
global Hb
fprintf(fid,'       Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m):
%6.0f\n',Hb);
global Hc
fprintf(fid,'       Altura sobre la tierra de los conductores de servicio. Hc(m):
%6.0f\n',Hc);
fprintf(fid,'    Sección subterránea de la acometida de potencia:\n');
global Lc2
fprintf(fid,'       Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m):
%6.0f\n',Lc2);
global Ha2
fprintf(fid,'       Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m):
%6.0f\n',Ha2);
global Hb2
fprintf(fid,'       Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m):
%6.0f\n',Hb2);
fprintf(fid,'    Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global Lc3
fprintf(fid,'       Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m):
%6.0f\n',Lc3);
global Ha3
fprintf(fid,'       Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m):
%6.0f\n',Ha3);
global Hb3
fprintf(fid,'       Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m):
%6.0f\n',Hb3);
global Hc3
fprintf(fid,'       Altura sobre la tierra de los conductores de servicio. Hc(m):
%6.0f\n',Hc3);
fprintf(fid,'    Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global Lc4
fprintf(fid,'       Longitud de la sección de la acometida de servicios. Lc(m):
%6.0f\n',Lc4);
global Ha4
fprintf(fid,'       Altura de la estructura de donde proviene la acometida. Ha(m):
%6.0f\n',Ha4);
global Hb4
fprintf(fid,'       Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida. Hb(m):
%6.0f\n',Hb4);


fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Resultados de los promedios anuales de eventos peligrosos:\n');
global ND
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas sobre la estructura. ND: %12d\n',ND);
global NDda
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas sobre estructuras adyacentes. NDa:
%12d\n',NDda);
global NM
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas cercanas a la estructura. NM: %12d\n',NM);

fprintf(fid,'     Sección aérea de la acometida de potencia:\n');
global NL
```

```
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: %12d\n',NL);
global Ni
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: %12d\n',Ni);
fprintf(fid,'     Sección subterránea de la acometida de potencia:\n');
global NL2
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: %12d\n',NL2);
global Ni2
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: %12d\n',Ni2);
fprintf(fid,'     Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global NL3
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: %12d\n',NL3);
global Ni3
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: %12d\n',Ni3);
fprintf(fid,'     Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global NL4
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas sobre las acometidas. NL: %12d\n',NL4);
global Ni4
fprintf(fid,'       Promedio anual de descargas cerca las acometidas. Ni: %12d\n',Ni4);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco


fprintf(fid,'EVALUACIÓN DE LAS PROBABIBLIDADES PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´v, P´w y
P´z:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'    PA, PB  y  Pc.: \n');
global texPx1
fprintf(fid,'      %s\n',texPx1);
global texPx2
fprintf(fid,'      %s\n',texPx2);
global texPx3
fprintf(fid,'      %s\n',texPx3);
fprintf(fid,'    Probabilidad de daño de sistemas internos. PM: \n');
global texPx4
fprintf(fid,'      %s\n',texPx4);
global valorUw
fprintf(fid,'      Uw en kV: %12.5e\n',valorUw);
global anchoW
fprintf(fid,'      w en metros: %12.5e\n',anchoW);
global texPx5
fprintf(fid,'      %s\n',texPx5);
global texPx6
fprintf(fid,'      %s\n',texPx6);
global texPx7
fprintf(fid,'      %s\n',texPx7);

fprintf(fid,'    Evaluación de P´B, P´c, P´v  y  P´w: \n');
global texPx15
fprintf(fid,'      %s\n',texPx15);
global acometidasn
fprintf(fid,'      n acometidas: %12.5e\n',acometidasn);
global valorRs
fprintf(fid,'      Rs: Resistencia del apantallamiento  en Ohm/km: %12.5e\n',valorRs);
global texPx12
fprintf(fid,'      %s\n',texPx12);
global texPx13
fprintf(fid,'      %s\n',texPx13);
global texPx14
fprintf(fid,'      %s\n',texPx14);
global texPx16
fprintf(fid,'      %s\n',texPx16);
fprintf(fid,'    Evaluación de P´z: \n');
global texPx10
fprintf(fid,'      %s\n',texPx10);
global texPx11
fprintf(fid,'      %s\n',texPx11);


fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
```

```
fprintf(fid,'    Resultados de las probabilidades PA, PB, Pc, Pm, P´B, P´c, P´v, P´w y P´z:
\n');
global PA
fprintf(fid,'      Lesiones a seres vivos por descargas directas a la estructura. PA:
%12.5e\n',PA);
global PB
fprintf(fid,'      Daño a la estructura por descargas directas. PB: %12.5e\n',PB);
global Pc
fprintf(fid,'      Daño de sistemas internos por impacto directo a la estructura. Pc:
%12.5e\n',Pc);
global PM
fprintf(fid,'      Daño de sistemas internos por impacto cercano a la estructura. PM:
%12.5e\n',PM);
global PprimaB
fprintf(fid,'      Impacto a una estructura a la cual una acometida cause daños físicos.
P´B: %12.5e\n',PprimaB);
global Pprimac
fprintf(fid,'      Impacto a una estructura a la cual una acometida cause fallas en aparatos
conectados. P´c: %12.5e\n',Pprimac);
global Pprimav
fprintf(fid,'      Descarga en una acometida cause daños físicos a una estructura. P´v:
%12.5e\n',Pprimav);
global Pprimaw
fprintf(fid,'      Descarga en una acometida cause fallas en aparatos conectados. P´w:
%12.5e\n',Pprimaw);
global Pprimaz
fprintf(fid,'      Impacto cerca a la acometida cause falla en sistemas. P´z:
%12.5e\n',Pprimaz);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'EVALUACIÓN DE LAS PROBABIBLIDADES Pu, Pv, Pw y Pz:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'     Sección aérea de la acometida de potencia:\n');
global Pxtexto1
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto1);
global Pxtexto2
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto2);
global Pxtexto3
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto3);
global Pxtexto4
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto4);
fprintf(fid,'     Sección subterránea de la acometida de potencia:\n');
global Pxtexto5
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto5);
global Pxtexto6
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto6);
global Pxtexto7
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto7);
global Pxtexto8
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto8);
fprintf(fid,'     Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global Pxtexto9
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto9);
global Pxtexto10
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto10);
global Pxtexto11
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto11);
global Pxtexto12
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto12);
fprintf(fid,'     Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global Pxtexto13
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto13);
global Pxtexto14
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto14);
global Pxtexto15
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto15);
global Pxtexto16
```

```
fprintf(fid,'       %s\n',Pxtexto16);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Resultados de las probabilidades Pu, Pv, Pw y Pz: \n');
fprintf(fid,'      Sección aérea de la acometida de potencia:\n');
global Uwcaso1
fprintf(fid,'        Uw en kV: %2.2f\n',Uwcaso1);
global Pu
fprintf(fid,'        Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu:
%12.5e\n',Pu);
global Pv
fprintf(fid,'        Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv: %12.5e\n',Pv);
global Pw
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw:
%12.5e\n',Pw);
global Pz
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz:
%12.5e\n',Pz);
fprintf(fid,'      Sección subterránea de la acometida de potencia:\n');
global Uwcaso2
fprintf(fid,'        Uw en kV: %2.2f\n',Uwcaso2);
global Pucaso2
fprintf(fid,'        Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu:
%12.5e\n',Pucaso2);
global Pvcaso2
fprintf(fid,'        Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv:
%12.5e\n',Pvcaso2);
global Pwcaso2
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw:
%12.5e\n',Pwcaso2);
global Pzcaso2
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz:
%12.5e\n',Pzcaso2);
fprintf(fid,'      Sección aérea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global Uwcaso3
fprintf(fid,'        Uw en kV: %2.2f\n',Uwcaso3);
global Pucaso3
fprintf(fid,'        Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu:
%12.5e\n',Pucaso3);
global Pvcaso3
fprintf(fid,'        Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv:
%12.5e\n',Pvcaso3);
global Pwcaso3
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw:
%12.5e\n',Pwcaso3);
global Pzcaso3
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz:
%12.5e\n',Pzcaso3);
fprintf(fid,'      Sección subterránea de la acometida de telecomunicaciones:\n');
global Uwcaso4
fprintf(fid,'        Uw en kV: %2.2f\n',Uwcaso4);
global Pucaso4
fprintf(fid,'        Lesiones a seres vivos por descargas sobre la acometida. Pu:
%12.5e\n',Pucaso4);
global Pvcaso4
fprintf(fid,'        Daños físicos por descargas directas en acometidas. Pv:
%12.5e\n',Pvcaso4);
global Pwcaso4
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas en la acometida. Pw:
%12.5e\n',Pwcaso4);
global Pzcaso4
fprintf(fid,'        Daños de sistemas internos por descargas cercanas a la acometida. Pz:
%12.5e\n',Pzcaso4);

fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD DE PÉRDIDAS:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'    Tipo de estructura:\n');
```

```
global texLx1
fprintf(fid,'      %s\n',texLx1);
global texLx2
fprintf(fid,'      %s\n',texLx2);
global texLx3
fprintf(fid,'      %s\n',texLx3);
global texLx10
fprintf(fid,'      %s\n',texLx10);
global texLx9
fprintf(fid,'      %s\n',texLx9);
global texLx5
fprintf(fid,'    Medidas de prevención: %s\n',texLx5);
global texLx7
fprintf(fid,'    Clase especial de riesgo: %s\n',texLx7);
global texLx4
fprintf(fid,'    Tipo de superficie: %s\n',texLx4);
global texLx6
fprintf(fid,'    Riesgo de fuego: %s\n',texLx6);
global texLx8
fprintf(fid,'    Tipo de servicio: %s\n',texLx8);


fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Pérdidas de vidas humanas:\n');
global LaL1
fprintf(fid,'      Pérdida LA: %12.5e\n',LaL1);
global LbL1
fprintf(fid,'      Pérdida LB: %12.5e\n',LbL1);
global LuL1
fprintf(fid,'      Pérdida Lu: %12.5e\n',LuL1);
global LvL1
fprintf(fid,'      Pérdida Lv: %12.5e\n',LvL1);
global LcL1
fprintf(fid,'      Pérdida Lc: %12.5e\n',LcL1);
global LmL1
fprintf(fid,'      Pérdida Lm: %12.5e\n',LmL1);
global LwL1
fprintf(fid,'      Pérdida Lw: %12.5e\n',LwL1);
global LzL1
fprintf(fid,'      Pérdida Lz: %12.5e\n',LzL1);

fprintf(fid,'    Pérdidas del servicio público:\n');
global LbL2
fprintf(fid,'      Pérdida LB: %12.5e\n',LbL2);
global LvL2
fprintf(fid,'      Pérdida Lv: %12.5e\n',LvL2);
global LcL2
fprintf(fid,'      Pérdida Lc: %12.5e\n',LcL2);
global LmL2
fprintf(fid,'      Pérdida Lm: %12.5e\n',LmL2);
global LwL2
fprintf(fid,'      Pérdida Lw: %12.5e\n',LwL2);
global LzL2
fprintf(fid,'      Pérdida Lz: %12.5e\n',LzL2);
global LprimabL2
fprintf(fid,'      Pérdida L´B: %12.5e\n',LprimabL2);
global LprimacL2
fprintf(fid,'      Pérdida L´c: %12.5e\n',LprimacL2);
global LprimavL2
fprintf(fid,'      Pérdida L´v: %12.5e\n',LprimavL2);
global LprimawL2
fprintf(fid,'      Pérdida L´w: %12.5e\n',LprimawL2);
global LprimazL2
fprintf(fid,'      Pérdida L´z: %12.5e\n',LprimazL2);
fprintf(fid,'    Pérdidas del patrimonio cultural:\n');
global LbL3
fprintf(fid,'      Pérdida LB: %12.5e\n',LbL3);
```

```
global LvL3
fprintf(fid,'      Pérdida Lv: %12.5e\n',LvL3);
fprintf(fid,'    Pérdidas económicas:\n');
global LaL4
fprintf(fid,'      Pérdida LA: %12.5e\n',LaL4);
global LuL4
fprintf(fid,'      Pérdida Lu: %12.5e\n',LuL4);
global LbL4
fprintf(fid,'      Pérdida LB: %12.5e\n',LbL4);
global LvL4
fprintf(fid,'      Pérdida Lv: %12.5e\n',LvL4);
global LcL4
fprintf(fid,'      Pérdida Lc: %12.5e\n',LcL4);
global LmL4
fprintf(fid,'      Pérdida Lm: %12.5e\n',LmL4);
global LwL4
fprintf(fid,'      Pérdida Lw: %12.5e\n',LwL4);
global LzL4
fprintf(fid,'      Pérdida Lz: %12.5e\n',LzL4);
global LprimabL4
fprintf(fid,'      Pérdida L´B: %12.5e\n',LprimabL4);
global LprimavL4
fprintf(fid,'      Pérdida L´v: %12.5e\n',LprimavL4);
global LprimacL4
fprintf(fid,'      Pérdida L´c: %12.5e\n',LprimacL4);
global LprimawL4
fprintf(fid,'      Pérdida L´w: %12.5e\n',LprimawL4);
global LprimazL4
fprintf(fid,'      Pérdida L´z: %12.5e\n',LprimazL4);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'SELECCIÓN DE COMPONENTES DE RIESGO:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
global textcomp1
fprintf(fid,'    %s\n',textcomp1);
global textcomp2
fprintf(fid,'    %s\n',textcomp2);
global textcomp3
fprintf(fid,'    %s\n',textcomp3);
global textcomp4
fprintf(fid,'    %s\n',textcomp4);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO EN LA ESTRUCTURA:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco
fprintf(fid,'    Riesgo de pérdida de vida humana. R1\n');
global RA1
fprintf(fid,'      Resultado componente RA: %12.5e\n',RA1);
global RB1
fprintf(fid,'      Resultado componente RB: %12.5e\n',RB1);
global Rc1
fprintf(fid,'      Resultado componente Rc: %12.5e\n',Rc1);
global Rm1
fprintf(fid,'      Resultado componente Rm: %12.5e\n',Rm1);
global Ru1
fprintf(fid,'      Resultado componente Ru: %12.5e\n',Ru1);
global Rv1
fprintf(fid,'      Resultado componente Rv: %12.5e\n',Rv1);
global Rw1
fprintf(fid,'      Resultado componente Rw: %12.5e\n',Rw1);
global Rz1
fprintf(fid,'      Resultado componente Rz: %12.5e\n',Rz1);
global R1
fprintf(fid,'      Resultado de riesgo R1: %12.5e\n',R1);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Riesgo de pérdida del servicio público. R2\n');
global RB2
fprintf(fid,'      Resultado componente RB: %12.5e\n',RB2);
```

```
global Rc2
fprintf(fid,'      Resultado componente Rc: %12.5e\n',Rc2);
global Rm2
fprintf(fid,'      Resultado componente Rm: %12.5e\n',Rm2);
global Rv2
fprintf(fid,'      Resultado componente Rv: %12.5e\n',Rv2);
global Rw2
fprintf(fid,'      Resultado componente Rw: %12.5e\n',Rw2);
global Rz2
fprintf(fid,'      Resultado componente Rz: %12.5e\n',Rz2);
global R2
fprintf(fid,'      Resultado de riesgo R2: %12.5e\n',R2);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Riesgo de pérdida del patrimonio cultural. R3\n');
global RB3
fprintf(fid,'      Resultado componente RB: %12.5e\n',RB3);
global Rv3
fprintf(fid,'      Resultado componente Rv: %12.5e\n',Rv3);
global R3
fprintf(fid,'      Resultado de riesgo R3: %12.5e\n',R3);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Riesgo de pérdida de valor económico. R4\n');
global RA4
fprintf(fid,'      Resultado componente RA: %12.5e\n',RA4);
global RB4
fprintf(fid,'      Resultado componente RB: %12.5e\n',RB4);
global Rc4
fprintf(fid,'      Resultado componente Rc: %12.5e\n',Rc4);
global Rm4
fprintf(fid,'      Resultado componente Rm: %12.5e\n',Rm4);
global Ru4
fprintf(fid,'      Resultado componente Ru: %12.5e\n',Ru4);
global Rv4
fprintf(fid,'      Resultado componente Rv: %12.5e\n',Rv4);
global Rw4
fprintf(fid,'      Resultado componente Rw: %12.5e\n',Rw4);
global Rz4
fprintf(fid,'      Resultado componente Rz: %12.5e\n',Rz4);
global R4
fprintf(fid,'      Resultado de riesgo R4: %12.5e\n',R4);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'RIESGO Y COMPONENTES DE RIESGO EN LA ACOMETIDA:\n');
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Riesgo de pérdida del servicio público. R´2\n');
global Rprimab2
fprintf(fid,'      Resultado componente R´B: %12.5e\n',Rprimab2);
global Rprimac2
fprintf(fid,'      Resultado componente R´c: %12.5e\n',Rprimac2);
global Rprimav2
fprintf(fid,'      Resultado componente R´v: %12.5e\n',Rprimav2);
global Rprimaw2
fprintf(fid,'      Resultado componente R´w: %12.5e\n',Rprimaw2);
global Rprimaz2
fprintf(fid,'      Resultado componente R´z: %12.5e\n',Rprimaz2);
global Rprima2
fprintf(fid,'      Resultado de riesgo R´2: %12.5e\n',Rprima2);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fprintf(fid,'    Riesgo de pérdida del valor económico. R´4\n');
global Rprimab4
fprintf(fid,'      Resultado componente R´B: %12.5e\n',Rprimab4);
global Rprimac4
fprintf(fid,'      Resultado componente R´c: %12.5e\n',Rprimac4);
global Rprimav4
```

```
fprintf(fid,'      Resultado componente R´v: %12.5e\n',Rprimav4);
global Rprimaw4
fprintf(fid,'      Resultado componente R´w: %12.5e\n',Rprimaw4);
global Rprimaz4
fprintf(fid,'      Resultado componente R´z: %12.5e\n',Rprimaz4);
global Rprima4
fprintf(fid,'      Resultado de riesgo R´4: %12.5e\n',Rprima4);
fprintf(fid,'\n'); %Linea en blanco

fclose(fid);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes5
image(imread('componentes_riesgo.bmp'))
axis off
```